



Chicago

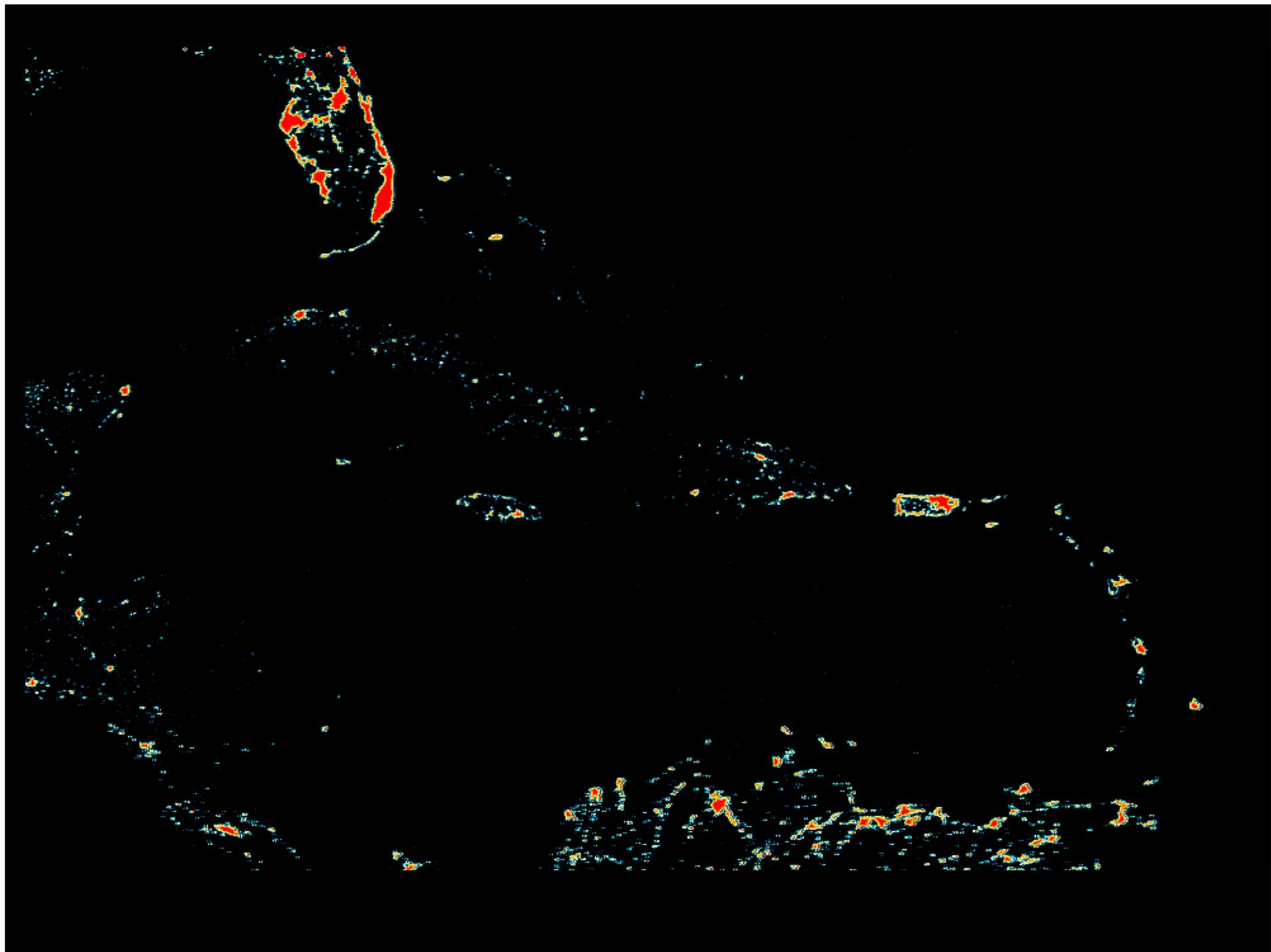
Ese “amontonamiento” de grandes luces, en orden, de arriba abajo, son Boston, Nueva York, Filadelfia y Washington.

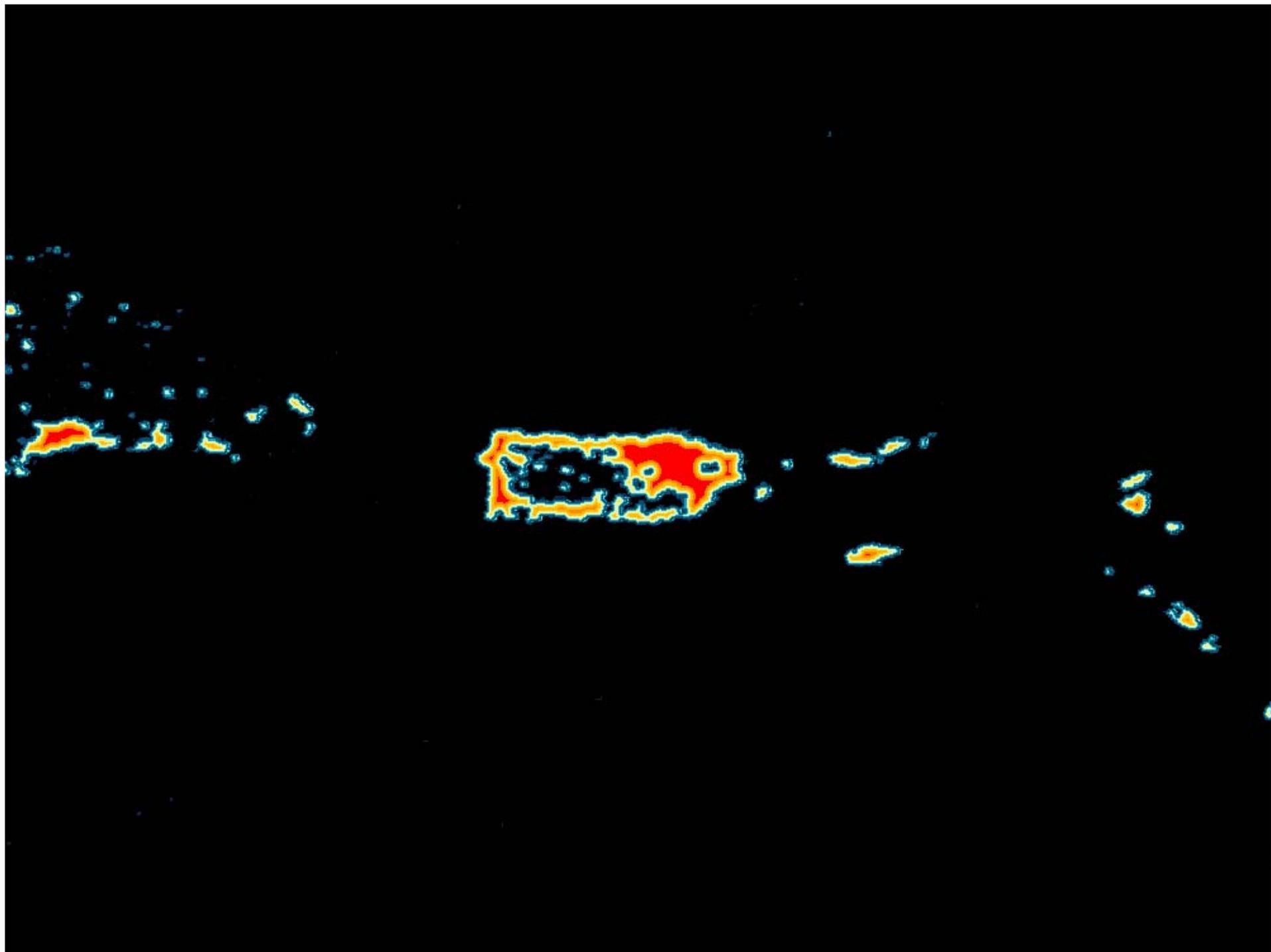
Dallas

Houston

Miami

Puerto Rico





# Manto de oscuridad nocturna: patrimonio natural olvidado.

2003 Acta Científica. Vol. 17, no. 1-3:3-9.



Olga M. Ramos González  
Instituto Internacional de Dasonomía Tropical  
GIS Lab  
Río Piedras, Puerto Rico



***Light Pollution in the Shining Star of the  
Caribbean: Recovering the nightscape for  
future generations in island of Puerto  
Rico.***

**International Dark Sky Association  
20th Annual General Meeting  
June 8 – 10<sup>th</sup>  
Tucson, Arizona**



Olga M. Ramos González  
International Institute of Tropical Forestry  
USDA Forest Service  
GIS and Remote Sensing Lab  
Río Piedras, Puerto Rico

Members of Light Pollution Advisory Workgroup  
(CTPR Light Pollution Management Task Force)





En principio, es difícil creer que algo tan simple e inofensivo como la luz pueda considerarse un contaminante...

# CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

Es la iluminación de la noche causada por fuentes de luz artificial que impactan adversamente la esencia natural de las noches, el ambiente y hasta la salud de los seres vivos. **A su vez, la contaminación lumínica es un indicador del desperdicio y el uso ineficiente de la luz externa.**

Foto: Cortesía Ismael Miranda



# Contaminación lumínica astronómica

- La contaminación lumínica astronómica nos afecta directamente al reducir el número de estrellas y objetos celestes que podemos observar en la noche.
- En cambio, la contaminación de luz nocturna de tipo ecológico no es tan evidente y apenas se están empezando a estudiar sus alcances.

# Contaminación lumínica ecológica

- Longcore y Rich (2004) la describen como alteraciones en la luminosidad natural de la noche que **perturban de manera crónica, periódica, o inesperada los ciclos de vida y hábitáculos naturales de flora y fauna.**
- Como consecuencia, **animales, plantas, y la especie humana** pueden experimentar aumentada orientación o desorientación y atracción o rechazo a la luz artificial impactando patrones de comportamientos críticos de forrajeo, reproducción, y comunicación.

# Contaminación lumínica ecológica

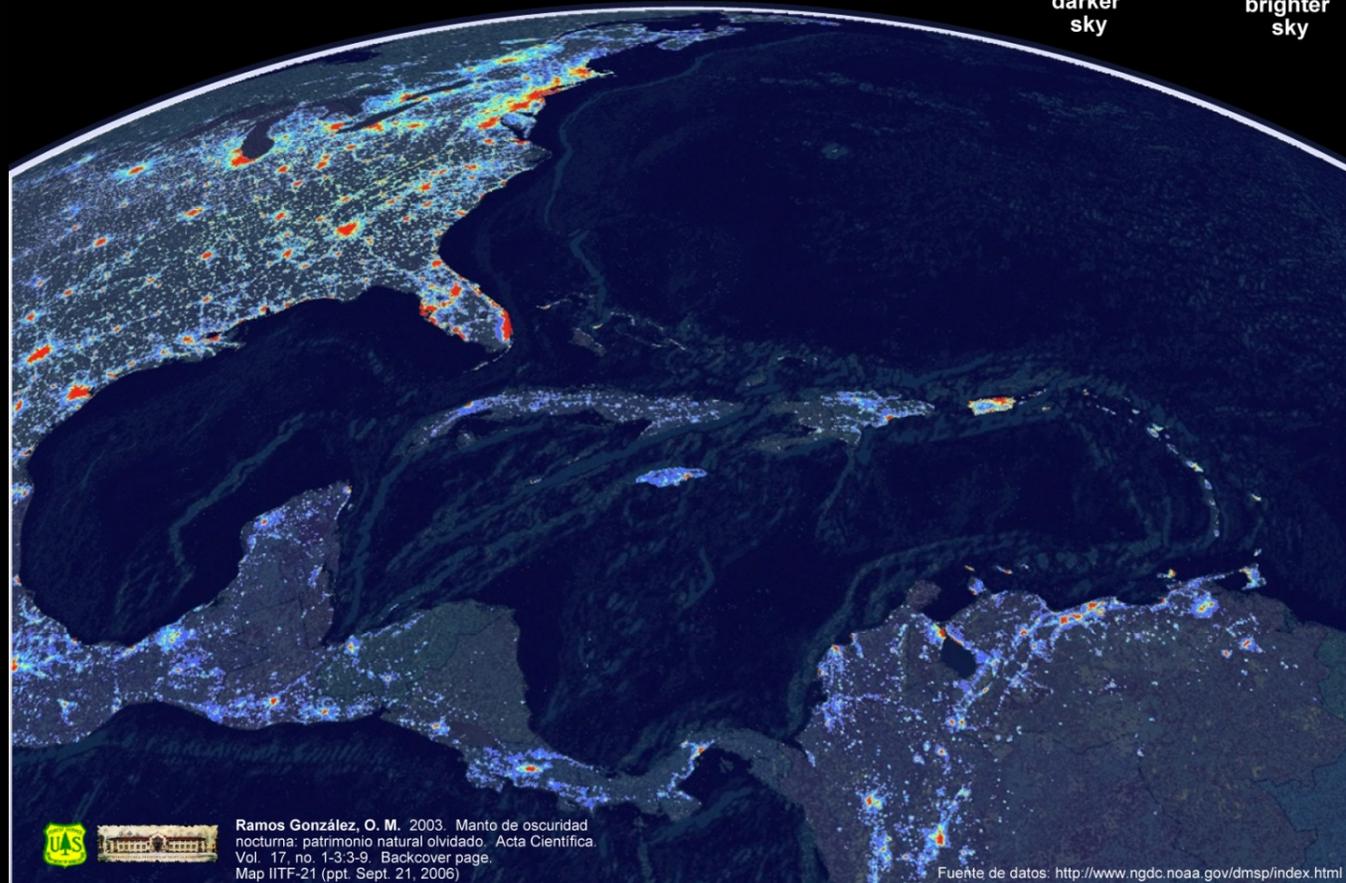
- el exceso de iluminación artificial puede **trastornar las interacciones entre especies que han evolucionado a partir de ciclos diarios de luz y oscuridad** con implicaciones considerables para las comunidades en el ecosistema.

# PROBLEMA DE CONTAMINACION LUMINICA

- Problema generalizado para todo Puerto Rico
- En la Isla, no existen áreas de oscuridad absoluta

DMSP OLS / Nightlights Satellite

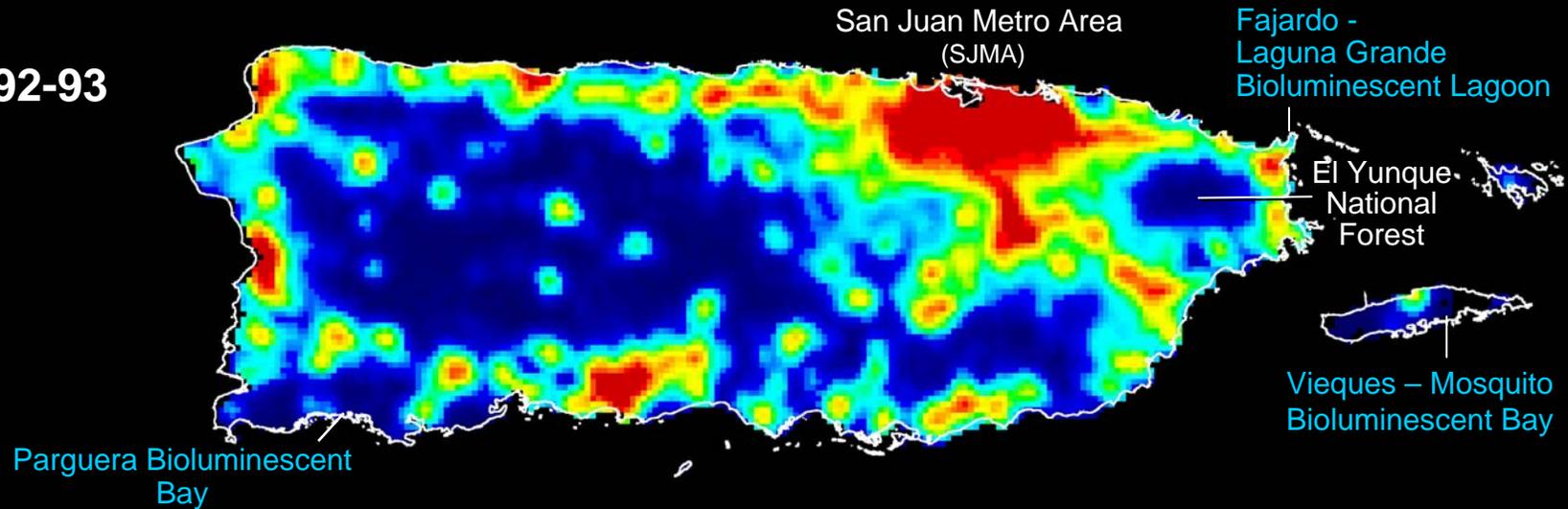
Light saturation  
0 darker sky  
63 brighter sky



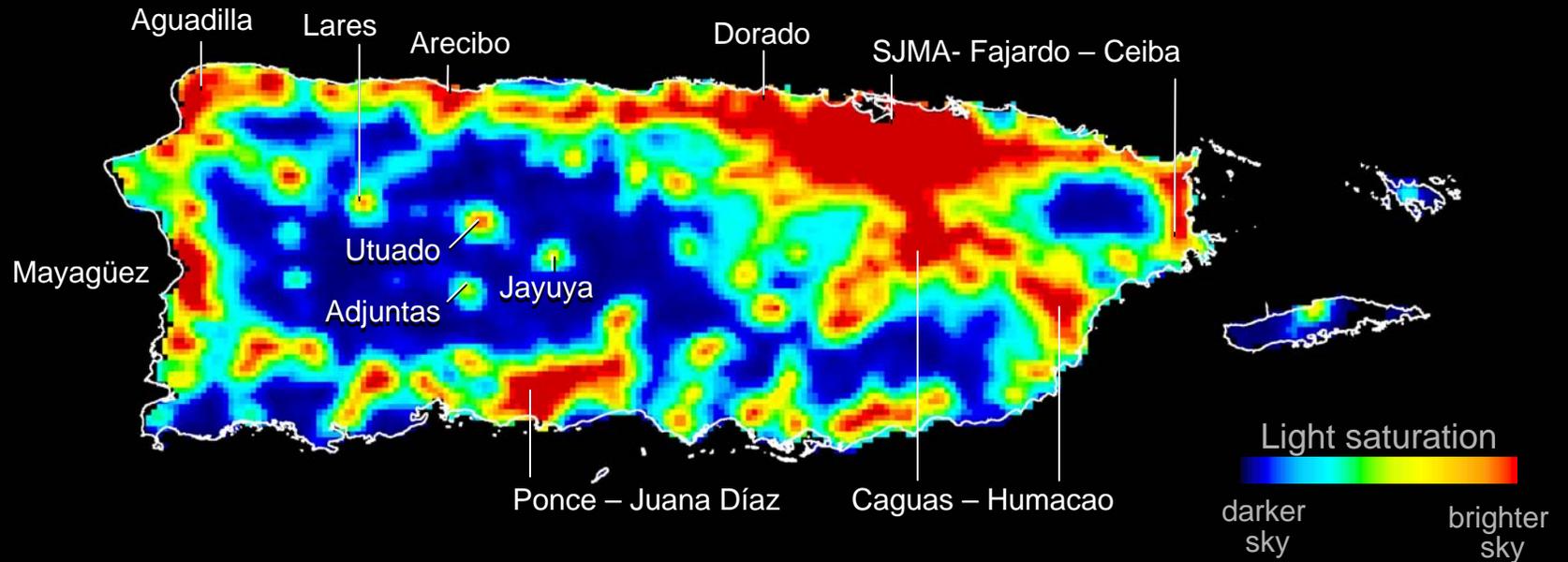
# Urban Corridors and Light Saturation in Puerto Rico, 1992-93 & 2000

DMSPP Nighttime Lights of the World - Change Pair dataset

1992-93

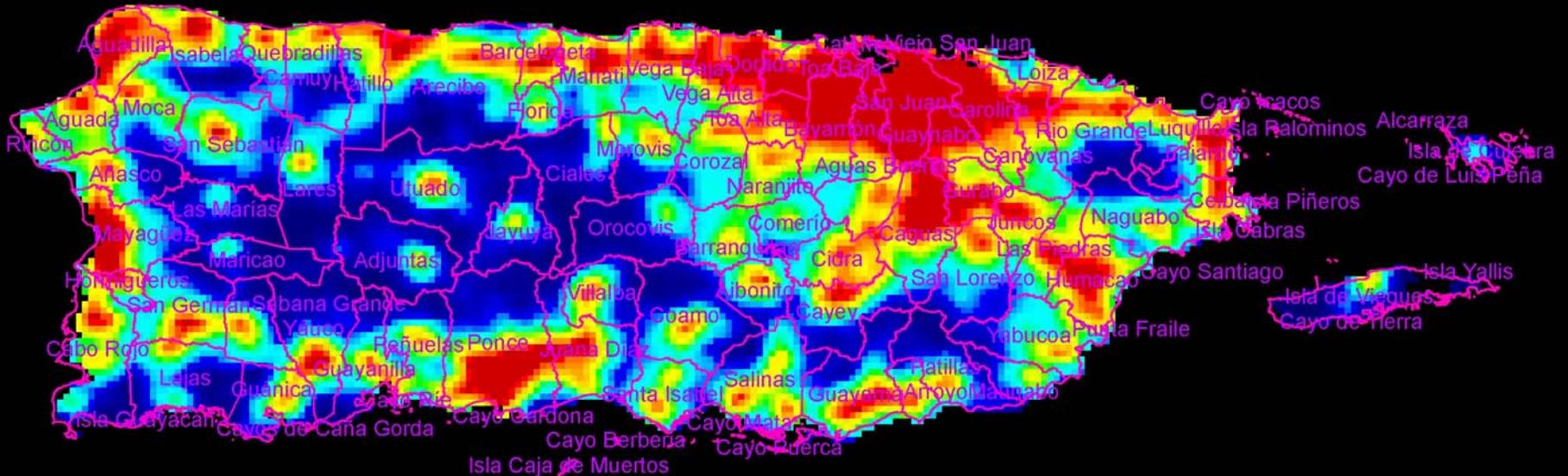
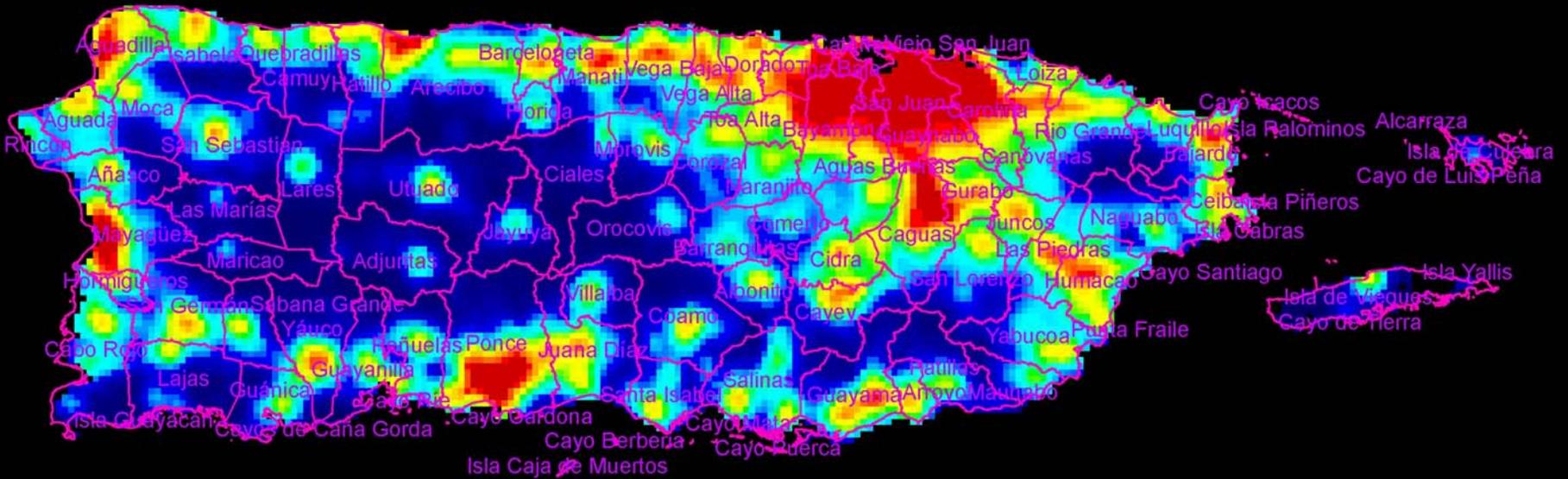


2000



Ramos González, O. M. 2003. Manto de oscuridad nocturna: patrimonio natural olvidado. Acta Científica. Vol. 17, no. 1-3:3-9.

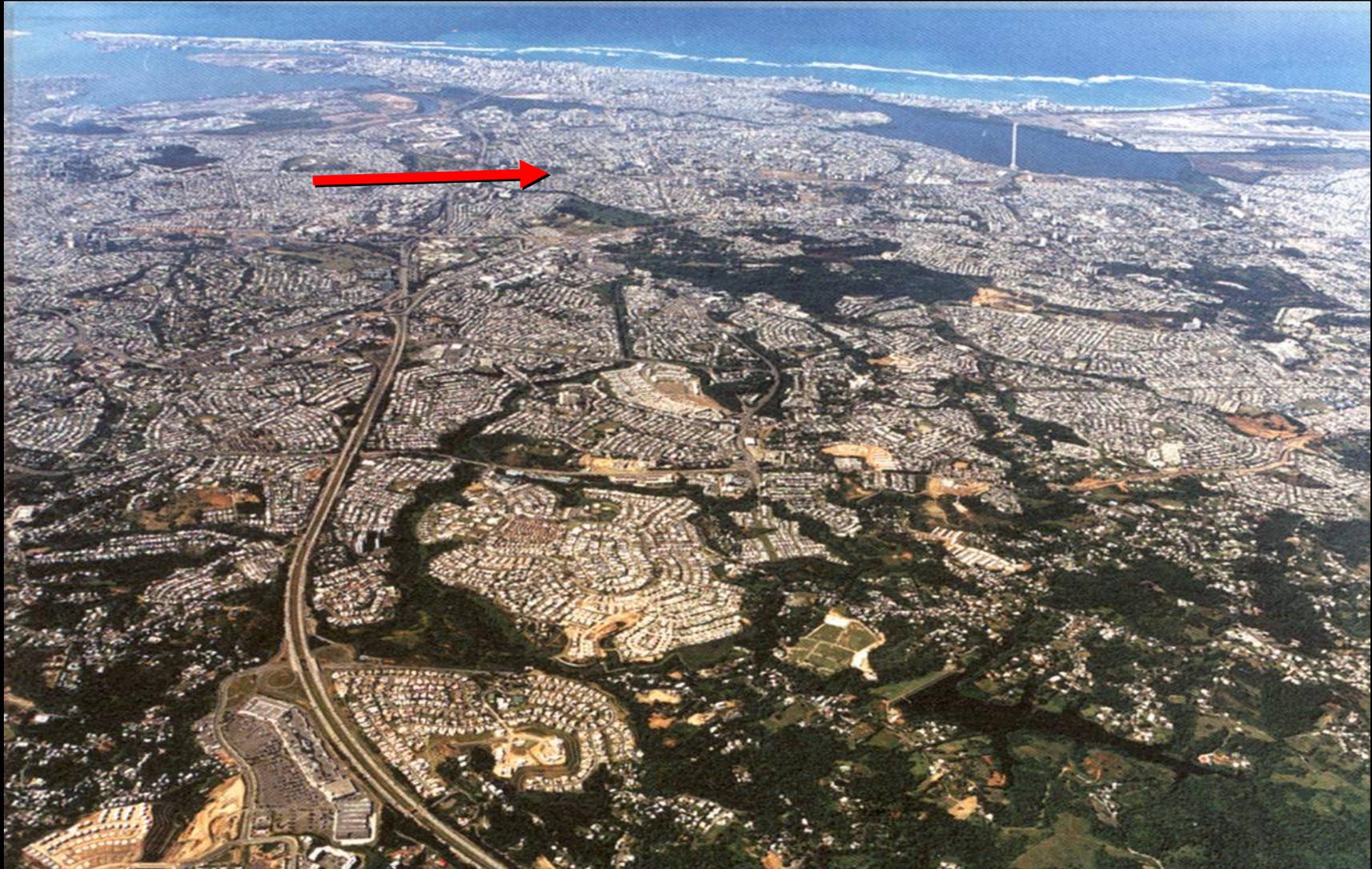
Data source: ([http://www.ngdc.noaa.gov/dmsp/download\\_world\\_change\\_pair.html](http://www.ngdc.noaa.gov/dmsp/download_world_change_pair.html))



Ramos González, O. M. 2003. Manto de oscuridad nocturna: patrimonio natural olvidado. Acta Científica. Vol. 17, no. 1-3:3-9.

Fuente de datos: <http://www.ngdc.noaa.gov/dmsp/index.html>

San Juan Metro Area  
Puerto Rico (2007)



# San Juan Metro Area Puerto Rico (2007)

Color	Bortle class
Black	1
Grey	2
Blue	3
Green	4
Yellow	4.5
Orange	5
Red	6,7
White	8,9

+ Vía Láctea visible

- Vía Láctea desaparece

+ luces en la ciudad =  
resplandor mayor

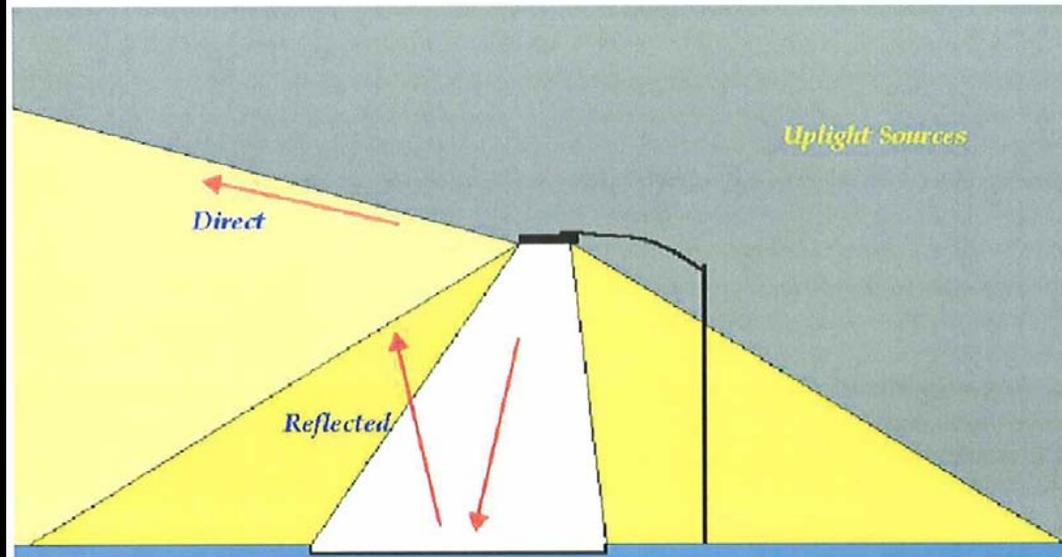


Photo: Ismael Miranda (PR Astronomy Society)

## B. The Garstang Model: Inputs and Validation

### 1. Defining the Important Inputs

Outdoor lighting increases sky brightness by two paths: first is the light that goes directly up into the sky from a fixture. Second, some of the downwardly directed light is reflected upward into the sky (see illustration). These contributions are described in the Garstang model by two input parameters, the uplight fraction and the ground reflectivity, giving the fraction of light that is reflected upward from the ground.



But the most important factor for increasing sky brightness is the total amount of light produced by a city or town. We follow Garstang (1986, 1991) in assuming that the total light produced scales with the population, i.e., each person is associated with a certain amount of light, the lumens-per-capita value. The lumen is the unit of light output (see Glossary). Thus, the total amount of light, the total lumens, produced by a city at any time is the number of inhabitants times the lumens/capita.

Thus, the critical inputs to the numerical model are: 1) total light (lumens), 2) uplight fraction, and 3) ground reflectivity. There are several additional inputs describing the state of the atmosphere (how much dust, etc.), but these are of secondary importance. Our results will assume a clear atmosphere for calculations.

# FACTORES

tipo de luminaria

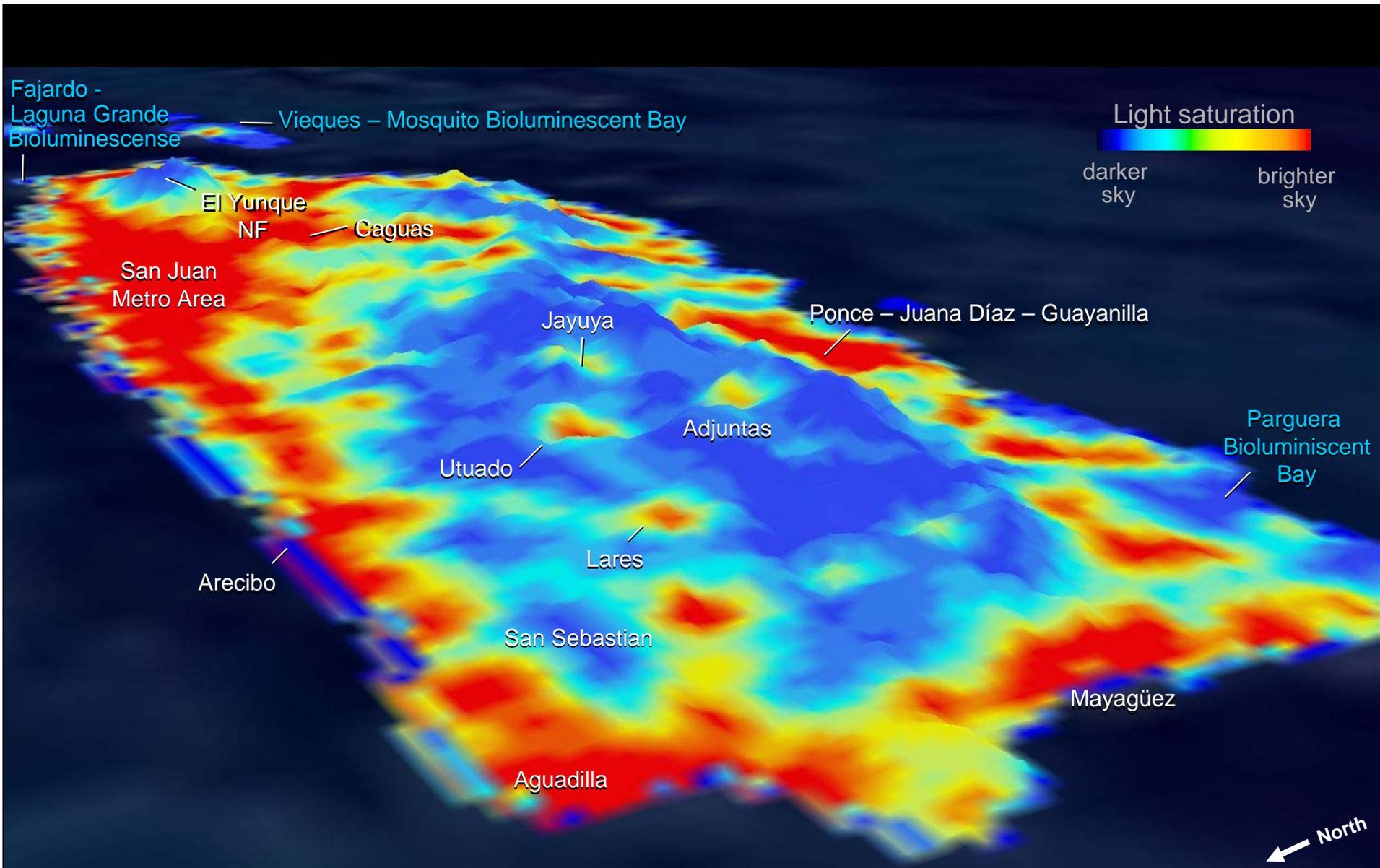
hacia dónde dirige  
su luz

largo de onda/color

luz reflejada hacia arriba

dispersión atmosférica:

humedad, cobertura de  
nubes, aerosoles y  
particulado



Ramos González, O. M. 2003. Manto de oscuridad nocturna: patrimonio natural olvidado. Acta Científica. Vol. 17, no. 1-3:3-9.

Data source: <http://www.ngdc.noaa.gov/dmsp/index.html>

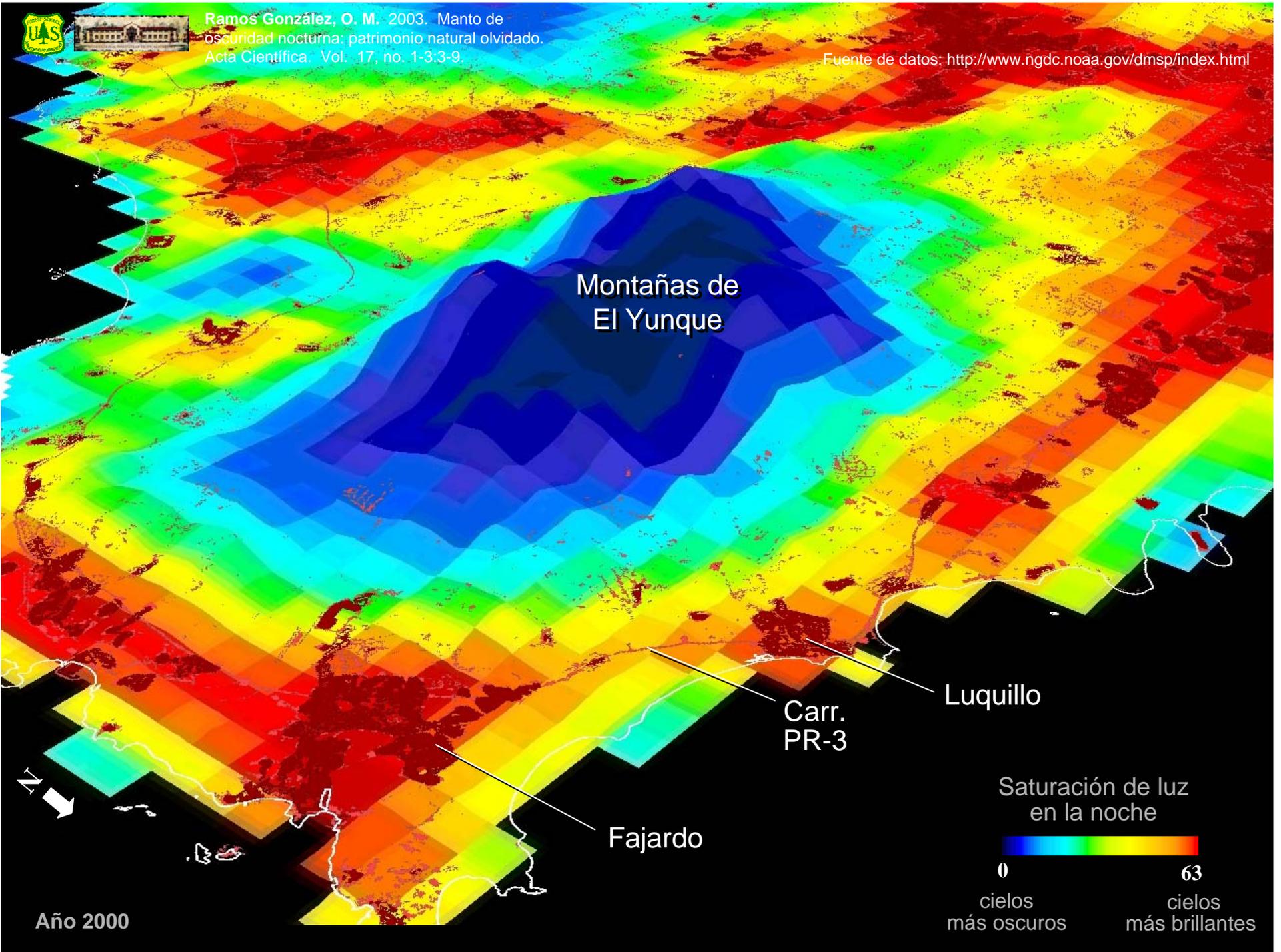
# Resultados

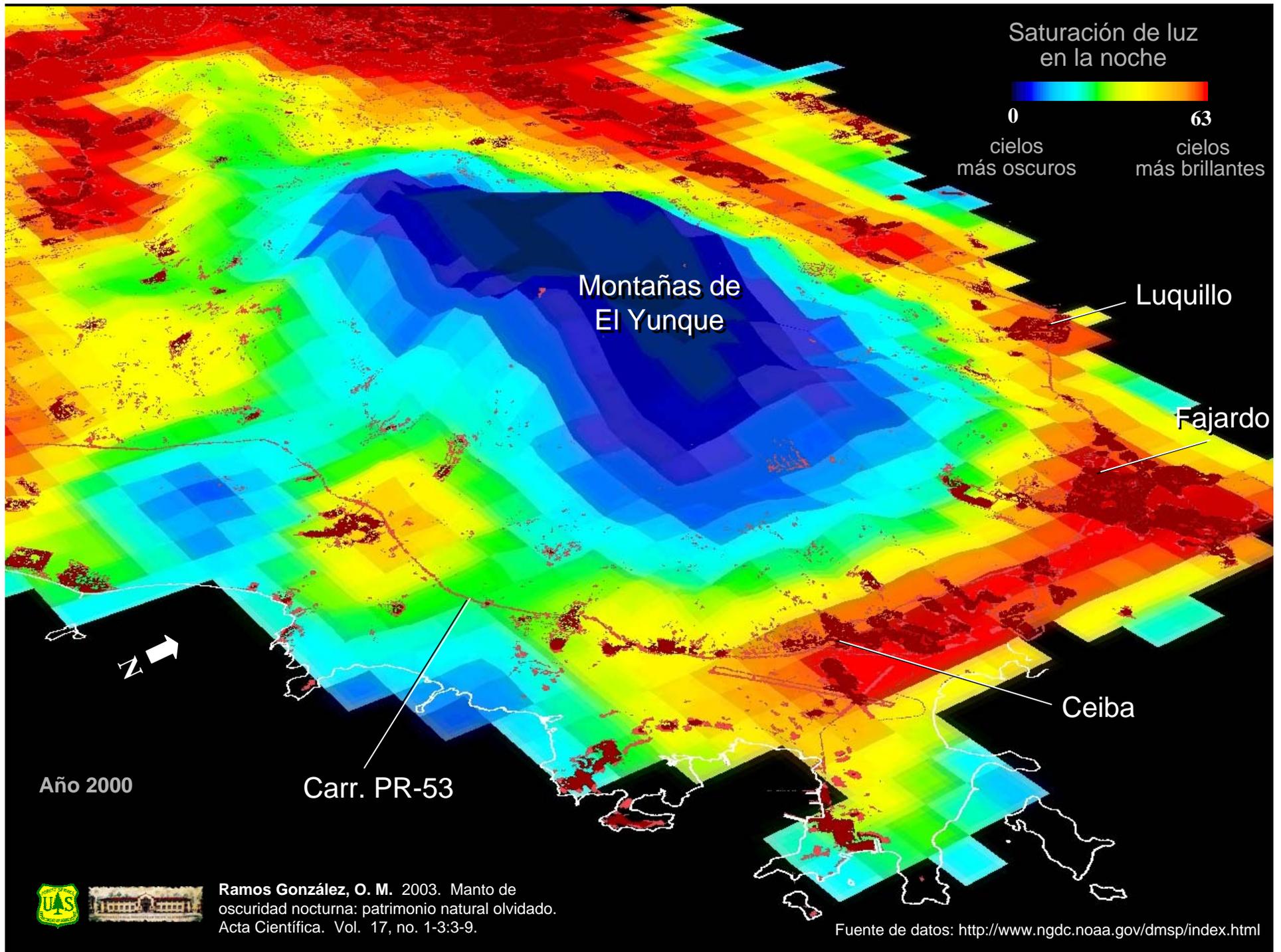
- La expansión del AMSJ y otros corredores urbanos crean círculos alrededor de áreas montañosas producto de la infraestructura gris creada para nuestras actividades.
- en la periferia de El Yunque como en la región montañosa del oeste, estos círculos se observan más cerrados en el año 2000.



Ramos González, O. M. 2003. Manto de oscuridad nocturna: patrimonio natural olvidado. Acta Científica. Vol. 17, no. 1-3:3-9.

Fuente de datos: <http://www.ngdc.noaa.gov/dmsp/index.html>





# CIENCIA

EL NUEVO DÍA  
JUEVES,  
9 DE NOVIEMBRE  
DE 2006

## El lado oscuro de la luz



Vista nocturna de Guaynabo. Nótese el halo de luz sobre la ciudad producto de la utilización indiscriminada de postes que dispersan la luz hacia el cielo. La iluminación excesiva de los edificios y los anuncios publicitarios mal iluminados.

Foto: Lino Prieto



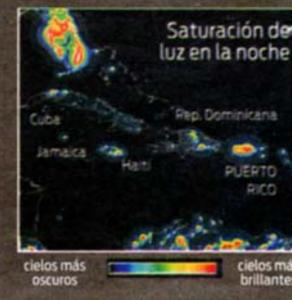
### ¿Qué causa la contaminación lumínica?

La causa principal es el uso de sistemas de iluminación que no están diseñados para enviar la luz a donde se necesita (esta es la luz útil que va hacia el suelo y las estructuras) e impedir su dispersión hacia el cielo por encima del horizonte (luz inútil).

La luz inútil se dispersa e interactúa con las partículas en el aire y se desvía en todas direcciones. Su expresión más evidente es el característico halo que cubre a las ciudades.

Fuente: Centro Toldeo Inter-American Observatory (www.ctio.noaa.edu/), International Dark-Sky Association (www.darksky.org), Guía Del Viaje y Carlos I. Herrera / El Nuevo Día

**Resplandor**  
Puerto Rico se distingue del resto del Caribe por la gran cantidad de luz que emite, asociada a un gran consumo de energía y desarrollos urbanos desparramados.



cielos más oscuros [color scale] cielos más brillantes

# Inunda a la Isla la polución lumínica

## La luz artificial alcanza fuera de la costa extendiéndose al mar

POR LIZ YANIRA DEL VALLE  
Especial para El Nuevo Día

**EL FENÓMENO** de la contaminación lumínica (alteración de la luminosidad natural nocturna que impacta adversamente el ambiente y la salud de los seres vivos) quedó plasmado e indirectamente comentado por el excelso escritor caribeño José Luis González en su cuento "La noche que volvimos a ser gente". Los personajes de dicha narración, puertorriqueños radicados en la ciudad de Nueva York, metafóricamente hablan

sino en Puerto Rico.

Estudios científicos demuestran que la contaminación por luz artificial nocturna de la Isla ha ido en aumento.

Los especialistas designan la situación anterior (de mirar al cielo de noche y no ver estrellas ni objetos celestes) como contaminación astronómica.

Según, Olga Ramos González, analista de sistemas de información geográfica y percepción remota del Instituto Internacional de Dasonomía Tropical del Servicio Forestal federal, Puerto Rico se distingue del resto del Caribe por la gran

de la NASA y de la NOAA, para ver y captar el resplandor de las luces nocturnas provenientes de fuentes artificiales en la superficie terrestre.

Dichas impresionantes vistas del planeta dibujan contornos de luz que conectan continentes, regiones, ciudades y poblados.

Ramos González, comentó que estos cambios en la pureza natural de la oscuridad de la noche afectan sus parámetros químicos y físicos causados por el exceso de luminarias como los focos, postes de luz, lámparas y demás.

En Puerto Rico, este resplandor luminoso o cielo incandescente de color blanquizco o anaranjado se aprecia claramente en los cascos urbanos.

Un estudio realizado entre el 1993-1997



**NOTA DEL EDITOR:**  
Primero de una serie de dos reportajes sobre contaminación lumínica.

corredores urbanos costeros y pueblos más densamente poblados o urbanísticamente desparramados, observamos que la saturación de luz artificial aumenta y se maximiza en extensiones considerables. Aunque en ambos años pueden advertirse bolsillos de oscuridad en Vieques y Culebra (valor igual a cero), es posible atribuir esto a intermitencias en la cobertura y a la resolución del satélite. Para el año 2000, no se percibe disminución de luz artificial en ningún lugar de Puerto Rico", señaló la investigadora.

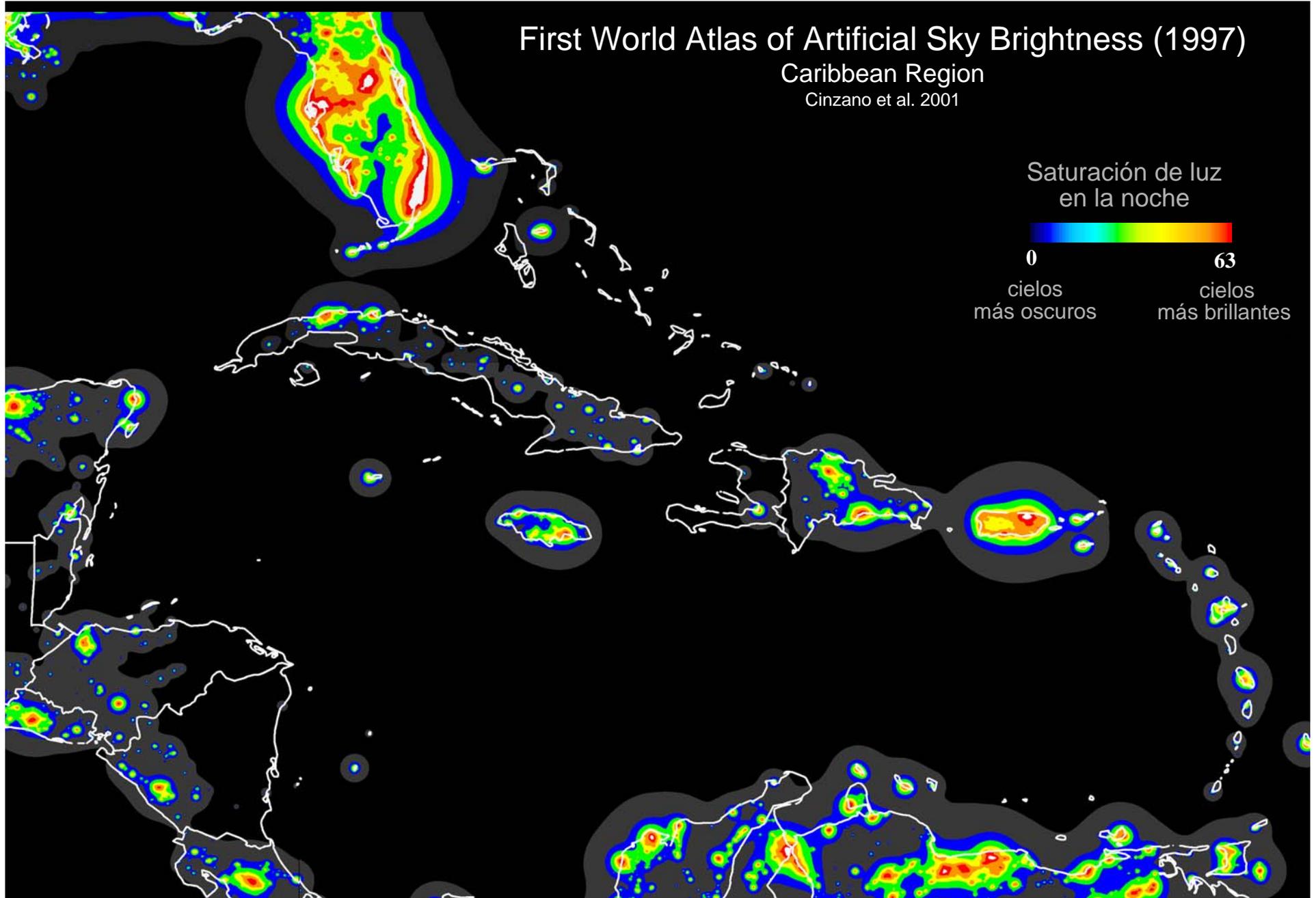
Según Ramos González, es indudable que al presente, el problema de contaminación lumínica vaya en incremento debido al aumento poblacional, el desarrollo desparrame urbano y el uso de luminarias no apropiadas.

"En zonas urbanas y moderadamente suburbanas de San Juan y pueblos vecinos es prácticamente imposible ver las nubosidades de nuestra galaxia, la Vía Láctea. Sólo se observan un número reducido de estrellas, planetas y la Luna. Sin embargo, en localidades más rurales o de poca densidad urbana o suburbanas como Vieques, Isabela y Santa

# First World Atlas of Artificial Sky Brightness (1997)

## Caribbean Region

Cinzano et al. 2001



Credit: P. Cinzano, F. Falchi (University of Padova), C. D. Elvidge (NOAA National Geophysical Data Center, Boulder). Copyright Royal Astronomical Society. Reproduced from the Monthly Notices of the RAS by permission of Blackwell Science.

Fuente: <http://www.lightpollution.it/dmsp/>

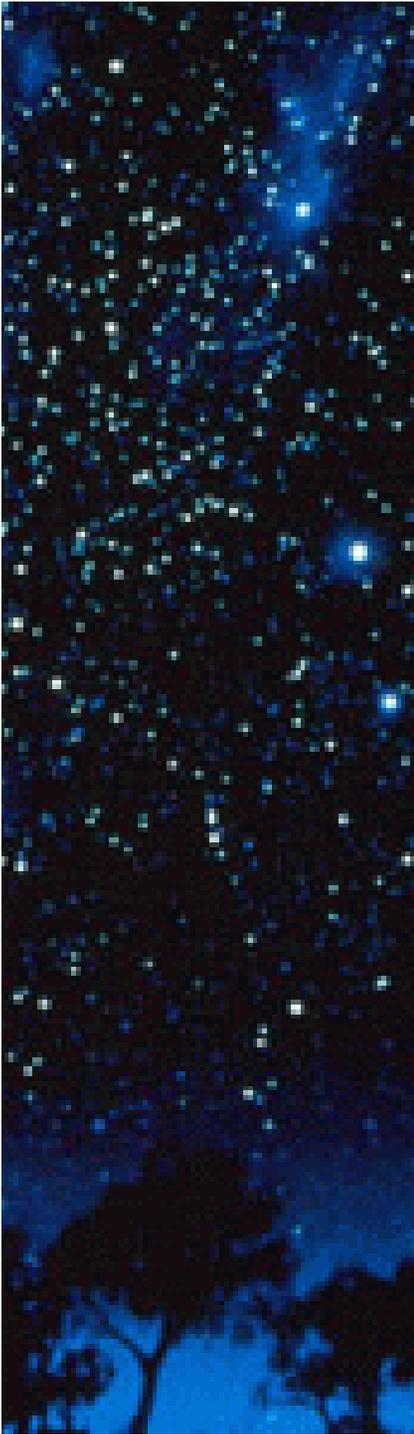
# IMPACTOS PRINCIPALES

## Cielos Nocturnos

International Dark-sky Association



A power failure in August 2003 knocked out lights from New York City to Ontario, revealing stars from horizon to horizon.

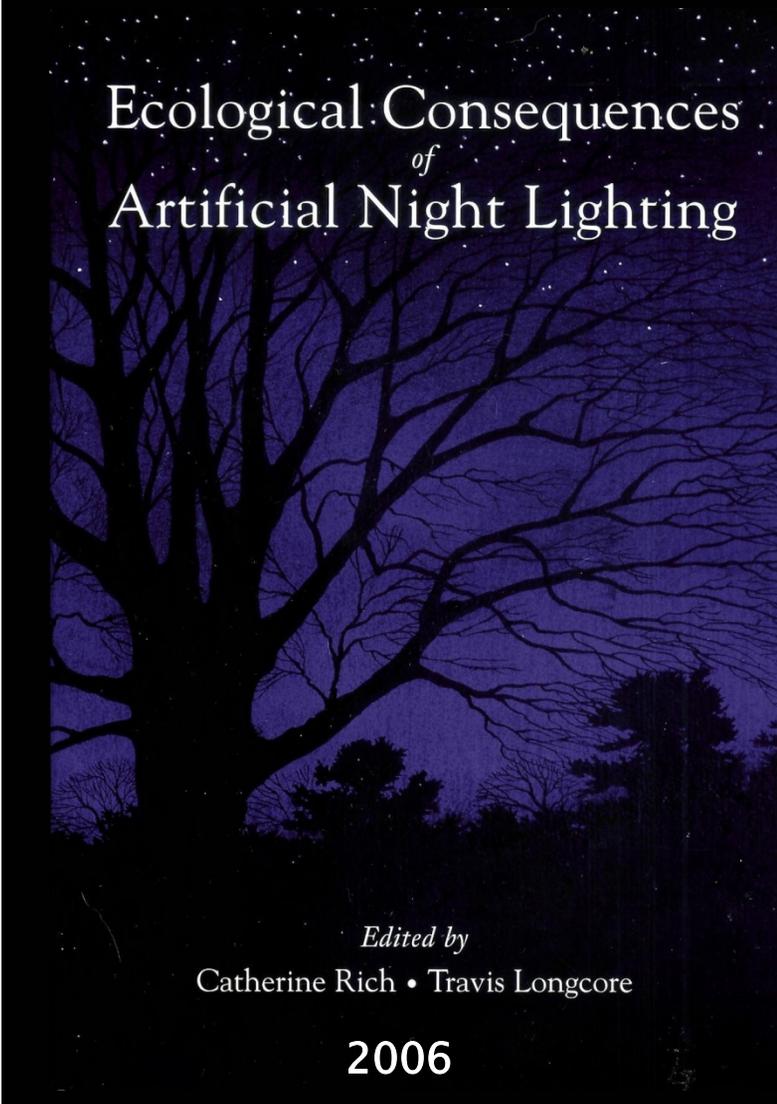


José Luis González (1926–1997)

“La noche que volvimos a ser gente”

“Había salido una luna de este tamaño, mira, y amarilla amarilla como si estuviera hecha de oro, y el cielo estaba todito lleno de estrellas como si todos los cocuyos del mundo se hubieran subido hasta allá arriba y después se hubieran quedado a descansar en aquella inmensidad. Igual que en Puerto Rico cualquier noche del año, pero era que después de tanto tiempo sin poder ver el cielo, por ese resplandor de las millones de luces eléctricas que se prenden aquí todas las noches [Nueva York], ya se nos había olvidado que las estrellas existían.”

# IMPACTOS PRINCIPALES Ecológicos (Especies de Flora y Fauna)



Ecological Consequences  
*of*  
Artificial Night Lighting

*Edited by*  
Catherine Rich • Travis Longcore

2006

En la conservación de nuestros ecosistemas, esencialmente conocemos la mitad de la historia (*la diurna*)...

## Impactos a:

- Mamíferos
- Aves
- Reptiles y Anfibios
- Peces
- Invertebrados
- Plantas

# IMPACTOS PRINCIPALES

## Tortugas Marinas

- Impactos directos e indirectos (luz difusa y resplandor – “glow”) de la luz artificial sobre las playas de anidaje
- Desorienta a las tortugas dificultando el desove e interfiriendo con su regreso al mar, tanto en adultas como juveniles



# IMPACTOS PRINCIPALES

## Aves

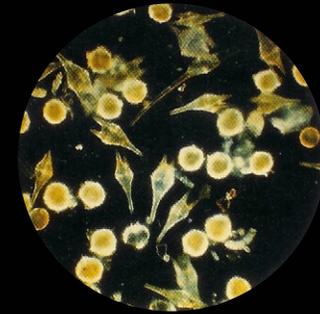


- Cambian las rutas y lugares de descanso de aves migratorias.
- Eliminan hábitat de aves locales y visitantes creando una luz que cubre muchos lugares donde duermen los pájaros.
- Cambian la cantidad y variedad de comida disponible a las aves atrayendo y espantando muchas especies.
- Cambia los hábitos de especies nocturnas

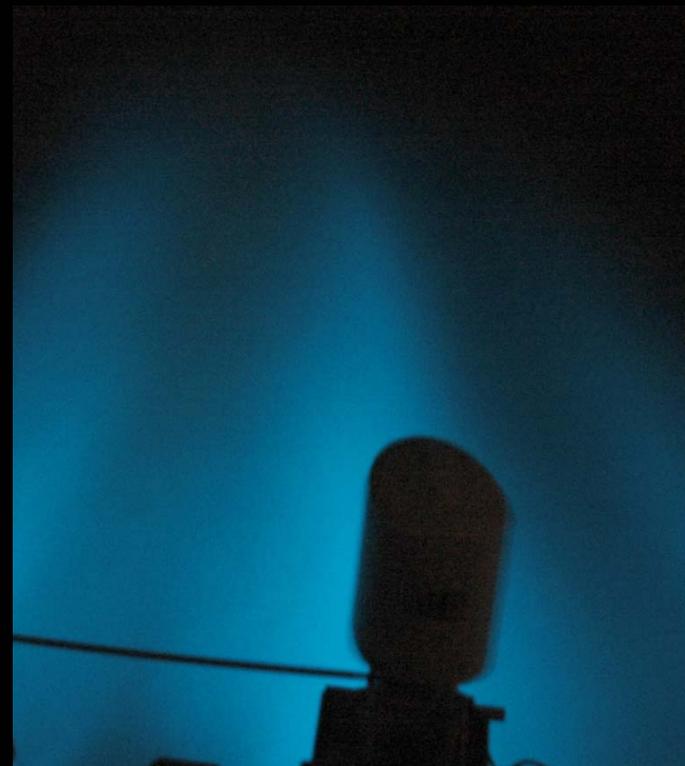


# IMPACTOS PRINCIPALES

## Bioluminiscencia



- Afecta la observación y percepción del fenómeno de la bioluminiscencia



# IMPACTOS PRINCIPALES

## Salud Pública

- Estudios científicos han establecido una correlación entre la luz artificial nocturna y ciertos tipos de cáncer (del seno al afectar la producción nocturna de la hormona melatonina, de la próstata, etc.)
- Además, puede causar:
  - Depresión
  - Insomnia
  - Ansiedad
  - Problemas de la vista
  - Desorientación y pérdida de visión

# IMPACTOS PRINCIPALES

## \$\$\$ Nuestros Bolsillos \$\$\$

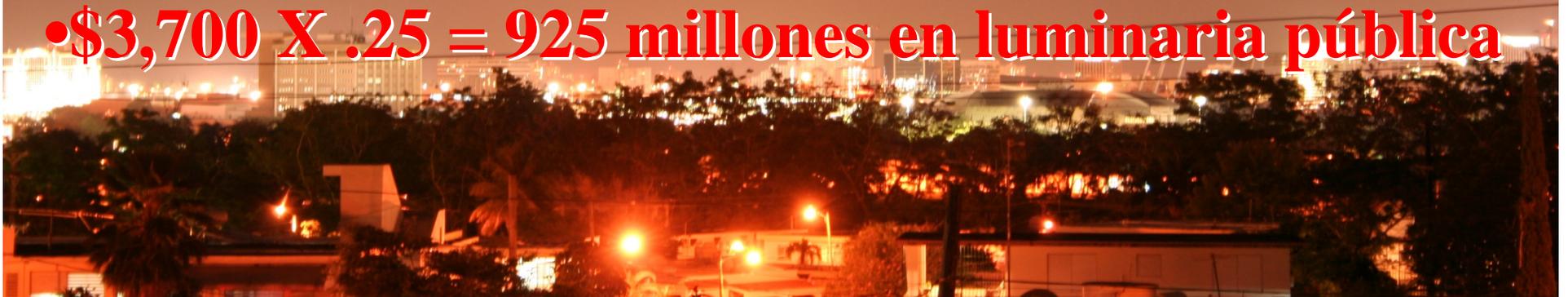


# IMPACTOS PRINCIPALES

## \$\$\$ Nuestros Bolsillos \$\$\$

Según la Oficina de Energía de Estados Unidos,  
Puerto Rico:

- Es el país que más gasta energía eléctrica por kilómetro cuadrado en el mundo.
- Es el tercer país que más gasta energía eléctrica por habitante (después de EU y Singapur)
- El gasto anual por energía eléctrica es más de \$3,700 millones
- **$\$3,700 \times .25 = 925$  millones en luminaria pública**



# El Gran Mito

## Mucha Iluminación Nocturna = Seguridad

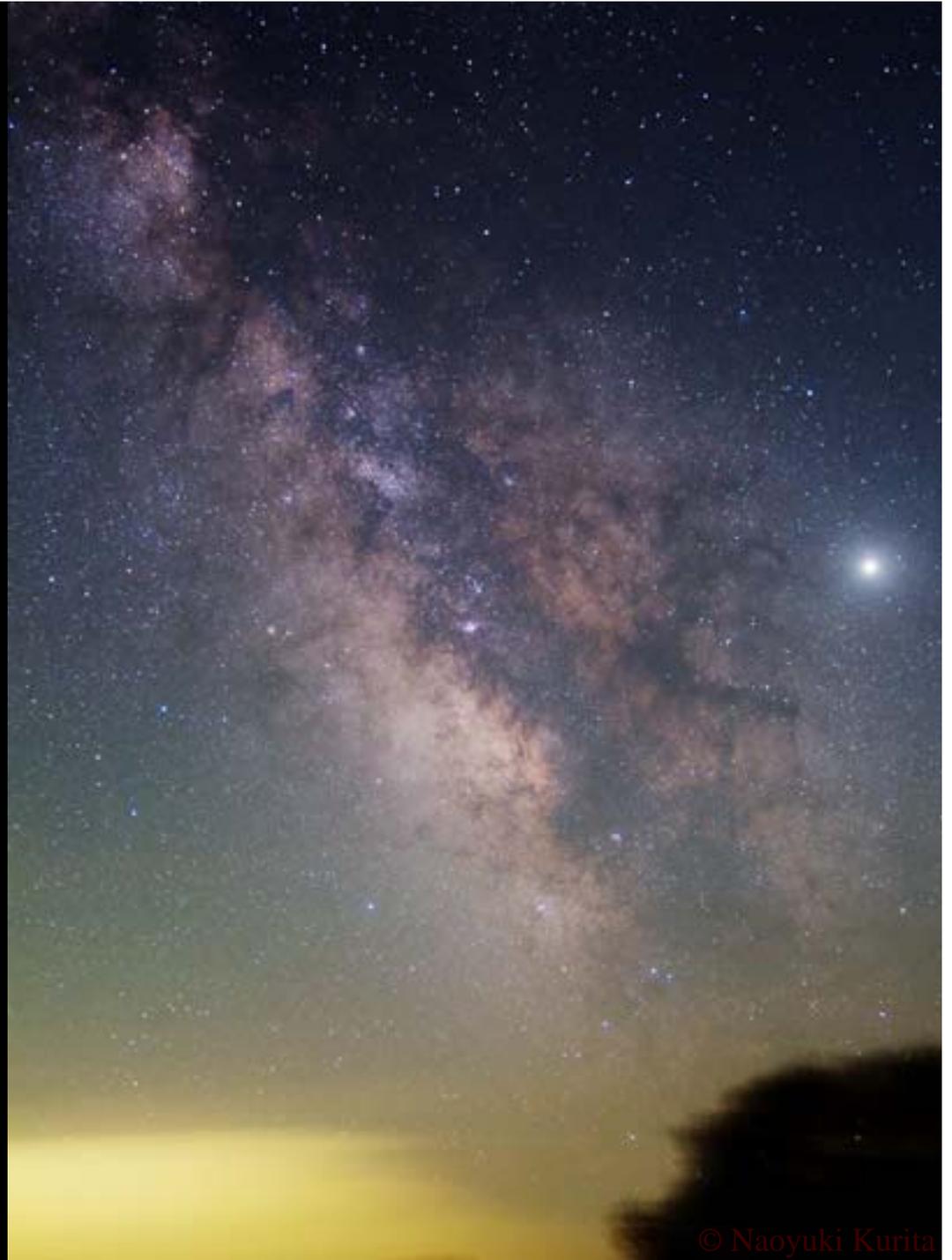
Aunque la iluminación nocturna es necesaria para proveer seguridad ante el crimen, la visibilidad en las carreteras y la comodidad al caminar en la noche...

tan solo necesitamos iluminación de calidad efectiva, adecuada y eficiente, no mucha luz. La iluminación de calidad:

- conserva energía,
  - mejora la visibilidad en la noche,
  - reduce el resplandor de luz que ciega,
  - no dispersar la luz hacia el cielo,
  - ahorra fondos públicos y privados,
  - conserva nuestros recursos naturales
  - ayuda a reducir nuestro impacto al cambio climático y
  - preserva la belleza de nuestro cielo nocturno
- sin comprometer la seguridad pública.



**Todos ganamos:**  
Rescatamos nuestra  
ventana natural  
al universo  
al cual pertenecemos



# LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA EN LA RESERVA NATURAL LAS CABEZAS DE SAN JUAN Y SUS ÁREAS ADYACENTES



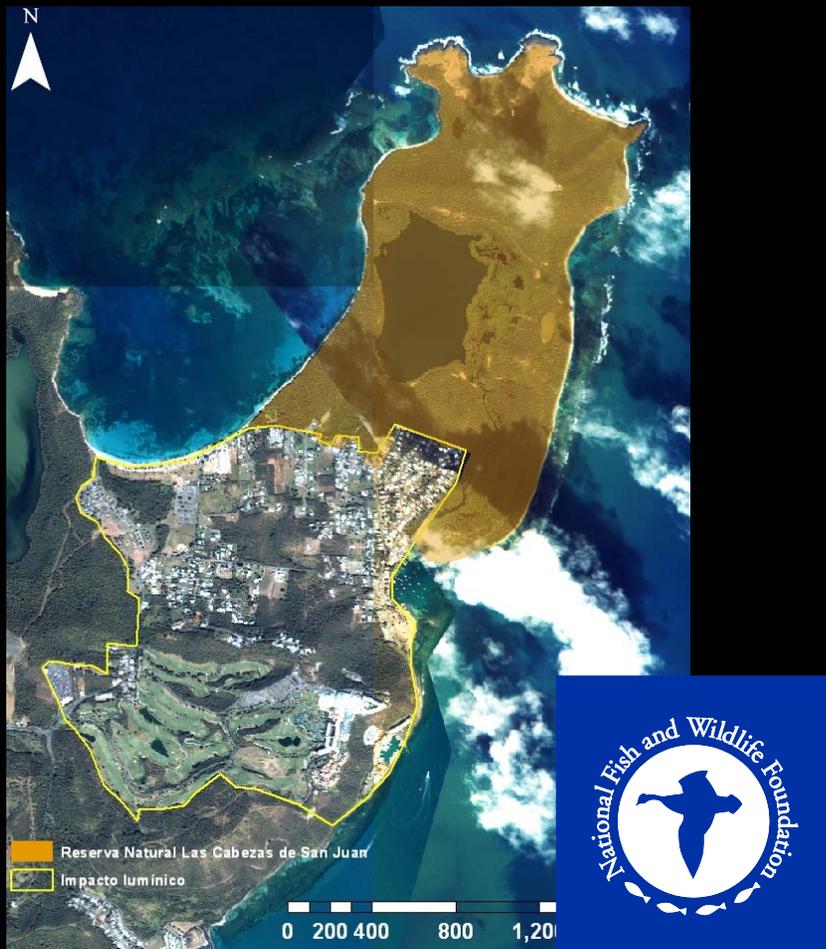
Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico



# CONTAMINACIÓN LUMÍNICA EN LA RESERVA NATURAL



# ESTRATEGIA PARA EL MANEJO DE LA LUZ ARTIFICIAL EN LA RESERVA NATURAL LAS CABEZAS DE SAN JUAN Y SUS ÁREAS ADYACENTES



## META

Diseñar e implantar una Estrategia de Manejo de Luz Artificial para reducir los impactos de la contaminación lumínica sobre especies y hábitats costeros y marinos.

# ÁREA DE TRABAJO

Sector Las Croabas  
Municipio de Fajardo



# PLAN DE TRABAJO



## OBJETIVOS

1. Proveer oportunidades de capacitación y transferencia de tecnología a través de la creación de un Comité Asesor que apoyará y evaluará la Estrategia.

# Miembros del Comité Asesor



- Autoridad de Energía Eléctrica
- Compañía de Parques Nacionales
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales
- Fideicomiso de Conservación e Historia de Vieques
- Instituto Internacional de Dasonomía Tropical
- Programa Sea Grant
- Servicio Federal de Pesca y Vida Silvestre
- Sociedad de Astronomía de Puerto Rico
- Universidad de Puerto Rico  
(Departamento de Ciencias Marinas y Centro de Recursos Para Ciencias e Ingeniería)
- US Green Building Council, Capítulo del Caribe (LEEDS)

# PLAN DE TRABAJO



## OBJETIVOS

2. **Desarrollar un Proyecto Demostrativo con las agencias gubernamentales y entidades privadas que tienen las fuentes principales de contaminación lumínica en Las Croabas.**

# MAP 4

## Location of Evaluation Areas



# Lighting Evaluation Basics Workshop & Streetlight Assessment

by Erik Martin, Ecological Associates

The Ultimate Objective:

Keep the Light Off the Beach  
& Out of the Reserve

# AUTORIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA

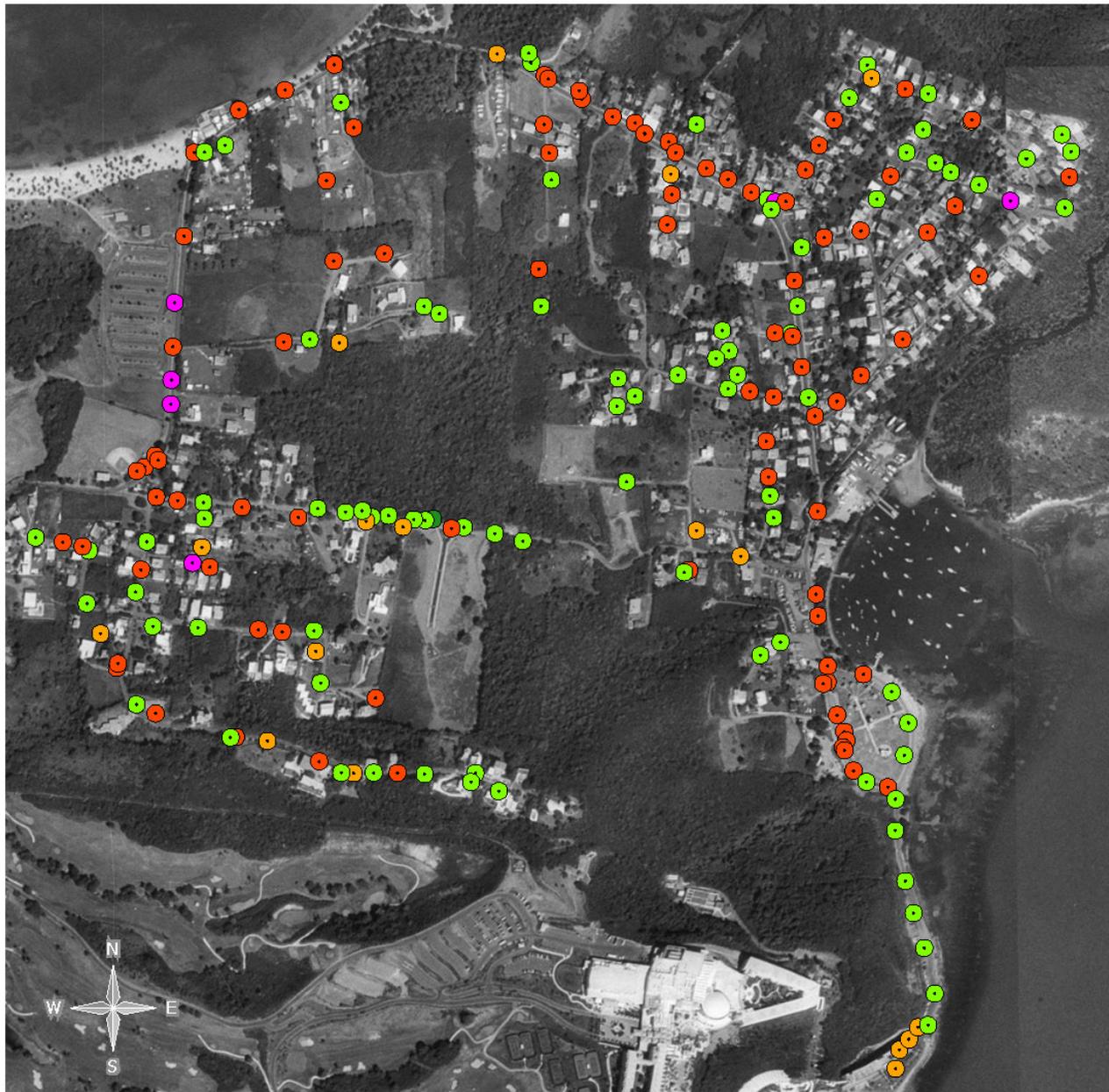


**PROYECTO DEMOSTRATIVO**  
**Modificaciones de luminarias de la**  
**Autoridad de Energía Eléctrica en**  
**el Sector Las Croabas, Fajardo**

**LEYENDA**

**Tipo de luminaria**

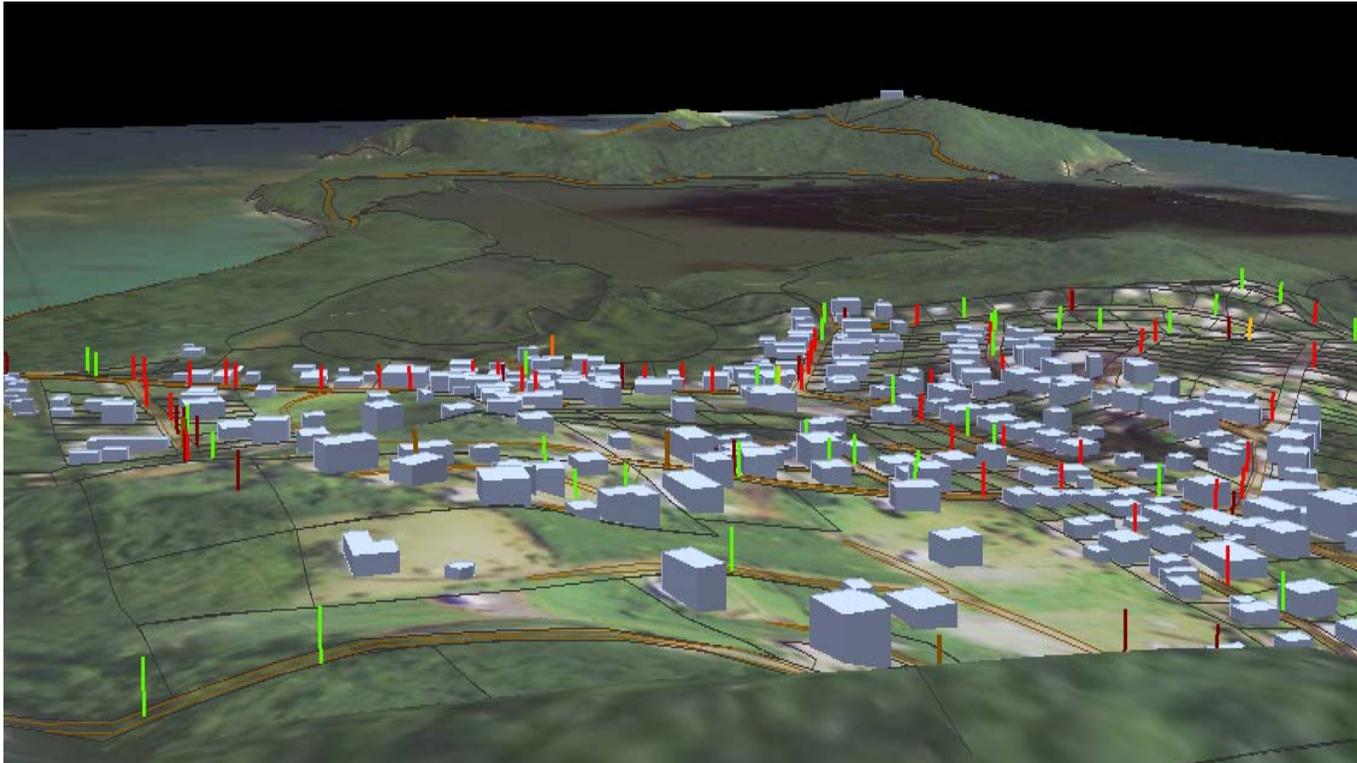
-  CBR
-  CBR Cut-off
-  CBR Drop Lens
-  NEMA
-  Shoebox



0 Escala 1:8 500 1 km

Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico

Estrategia de manejo de luz artificial en la  
Reserva Natural Cabezas de San Juan



Cada una de las luminarias fue clasificada bajo los siguientes tipos:

- ✦ CBR
- ✦ CBR Cut-off
- ✦ CBR Drop lens
- ✦ Flood
- ✦ NEMA



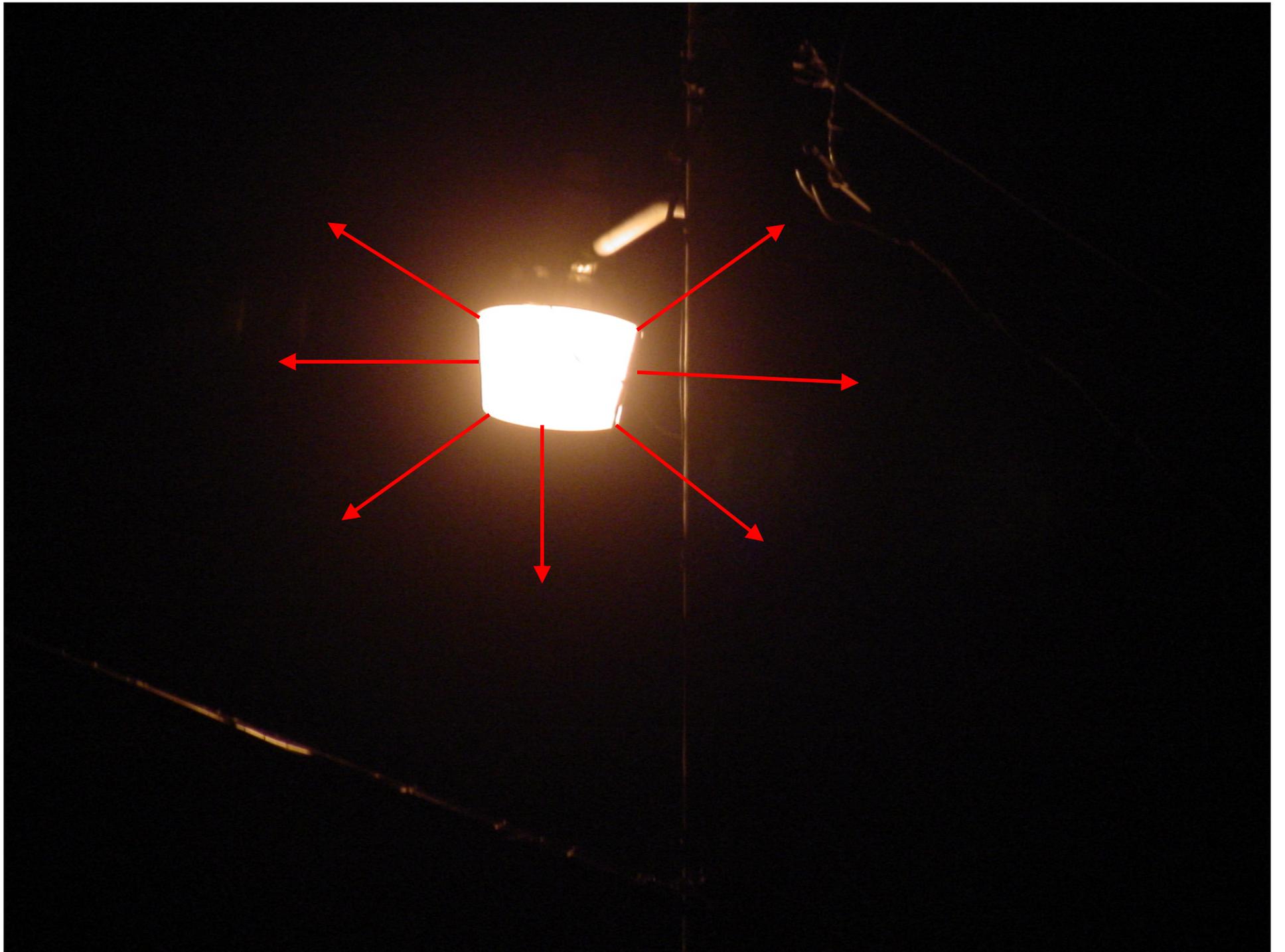


**Drop-lens o Standard Cobrahead**





**NEMA Head/Dusk to Dawn/Open**

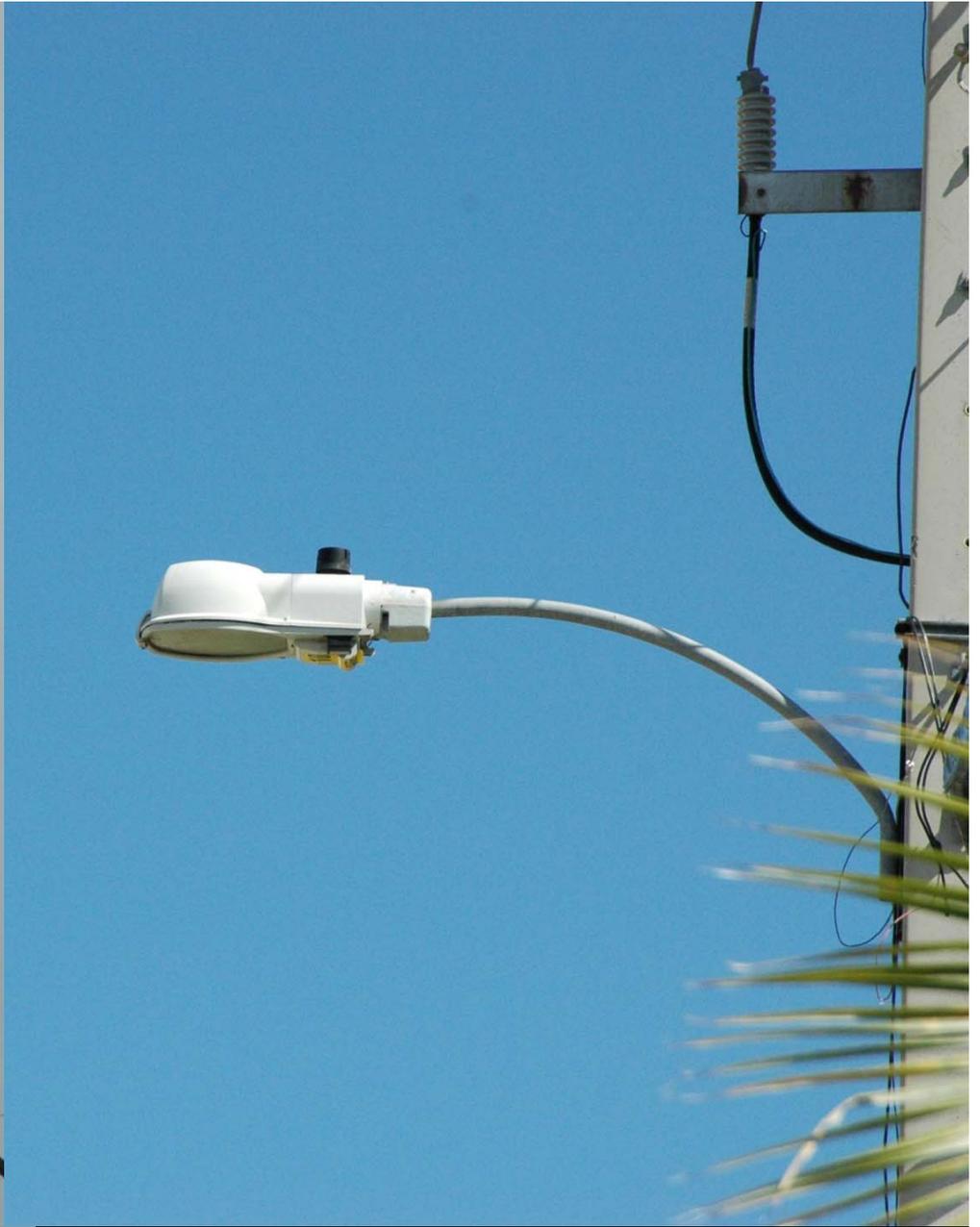




**Fully Shielded or Full Cutoff  
Luminaire**

# Buenas Prácticas de Iluminación Las Croabas





**Flat-lens o Cutoff Cobrahead**

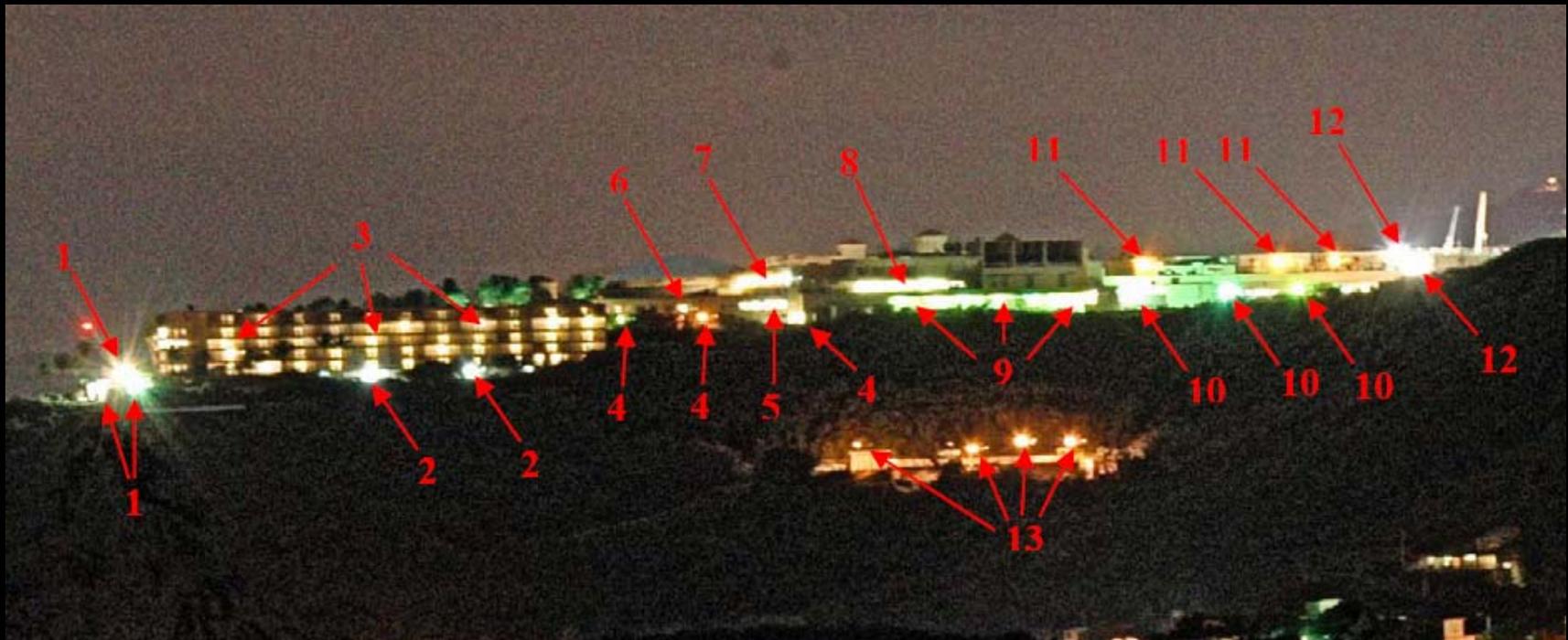
# BALNEARIO DE SEVEN SEAS COMPAÑÍA DE PARQUES NACIONALES



# CASA DE PLAYA DEL GOBERNADOR EN TURNO



# HOTEL EL CONQUISTADOR



# PLAN DE TRABAJO

## OBJETIVOS

3. Involucrar a distintos grupos de interés de la zona en la implantación de la Estrategia por medio de una Campaña Educativa al público.



*Puerto Rico Brilla Naturalmente*  
reduce el impacto de la contaminación lumínica

Recorridos Nocturnos Laguna Grande, LCSJ

Sitio web en la página del Fideicomiso de Conservación de PR

# Materiales y Herramientas Educativos

*Puerto Rico Brilla Naturalmente*  
reduce el impacto de la contaminación lumínica



*Puerto Rico Brilla Naturalmente*  
reduce el impacto de la contaminación lumínica

La contaminación lumínica representa un gasto energético público y privado excesivo. Toda luz enviada lateralmente, hacia arriba o hacia los espacios en donde no es necesaria no proporciona seguridad ni visibilidad y es un despilfarro de energía y dinero. La mayor parte de las experiencias de sustituir el alumbrado público convencional por luminarias bien dirigidas a donde tienen que iluminar y que además tienen la propiedad de ser de bajo consumo, muestra que los consumos energéticos se reducen entre un 25 y un 30%.

# Puerto Rico Brilla Naturalmente

reduce el impacto de la contaminación lumínica

## El problema de la contaminación lumínica tiene soluciones fáciles:



Apague la luz cuando no sea necesaria.



Evite iluminar árboles o fachadas de estructuras desde abajo hacia arriba.



Utilice iluminación uniforme y moderada que mejore la visibilidad en las carreteras y aceras, sin sacrificar la seguridad nocturna.



Utilice detectores de movimiento para aplicaciones de seguridad con luces que se enciendan rápido.



Reduzca o elimine todas las fuentes directas de luz artificial en playas de anidaje de tortugas marinas.



Reemplace bombillas existentes por bombillas de más eficiencia energética y largos de onda que reduzcan el resplandor o brillo cegador nocturno con luces color ambar o amarillo.



Considere impulsar ordenanzas o reglamentación para controlar la contaminación lumínica a nivel municipal o a nivel estatal.



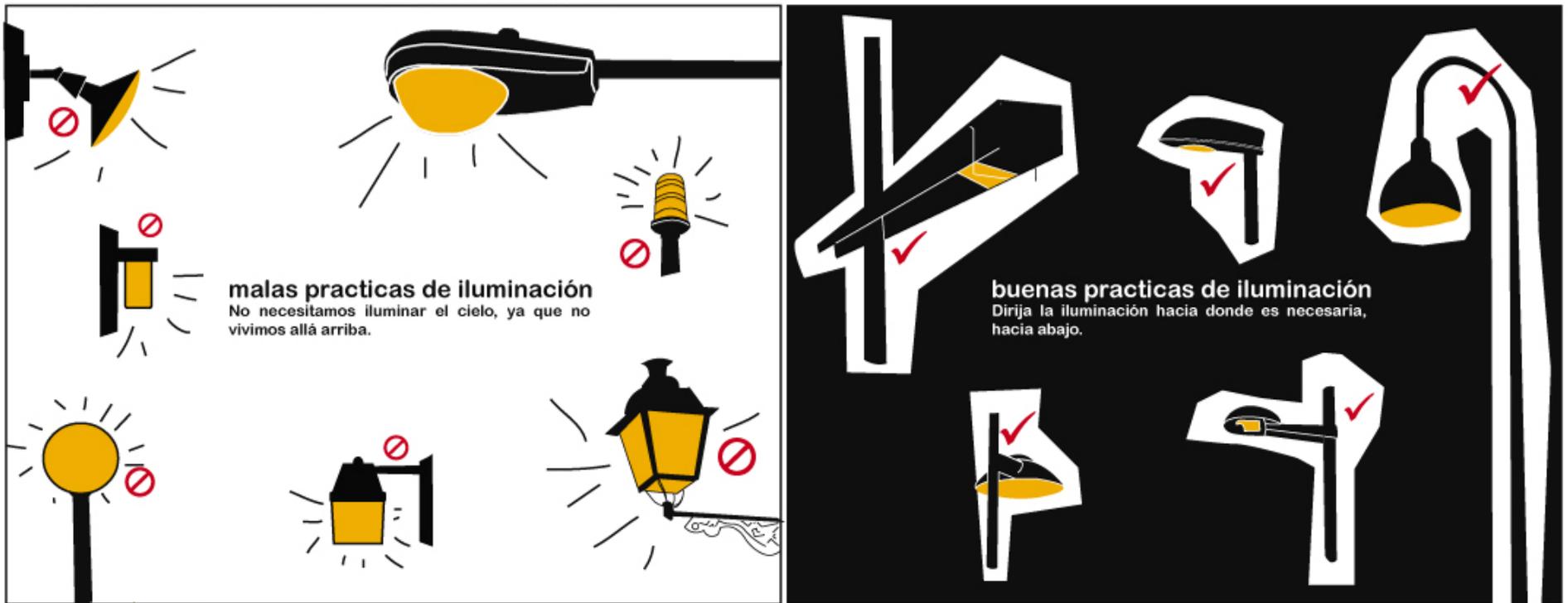
Exija cambios en el alumbrado eléctrico municipal y estatal para reducir los efectos de la contaminación lumínica y los gastos públicos en consumo energético.



Estudie y aprenda sobre el tema de la contaminación lumínica.



# El Problema de Contaminación Lumínica tiene soluciones fáciles:



La clave es no dispersar luz hacia el cielo



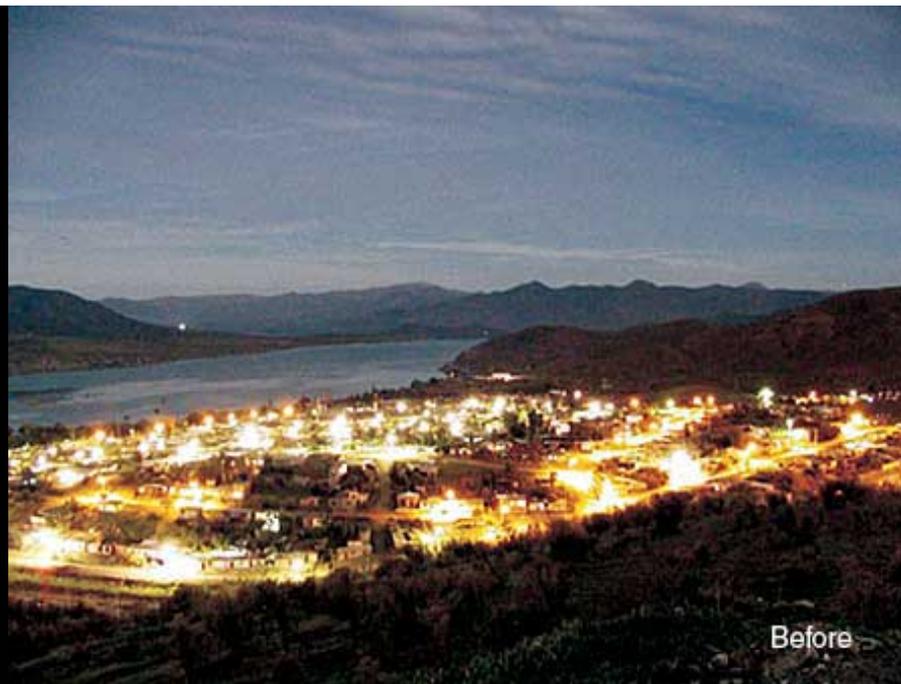
Antes



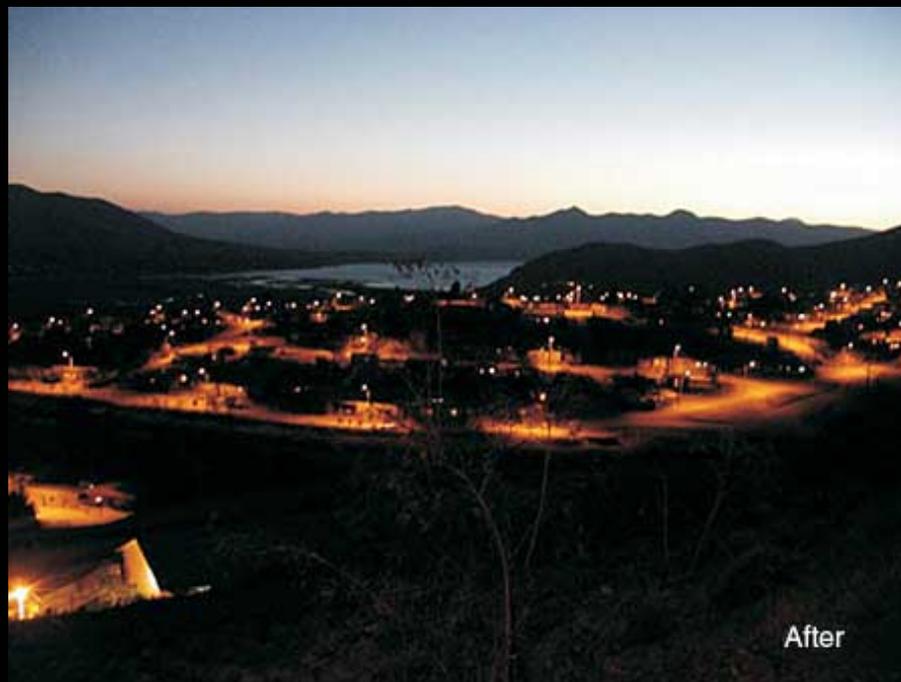
Después



# Norte de Chile



Antes  
(1999)



Después  
(2005)

La Serena,  
Chile

Antes  
(1999)



Después  
(2005)



# Otras Iniciativas a Nivel Mundial



**EnviroSmart**  
streetlights

The City of Calgary  
leads the way in:

- Saving money
- Saving energy
- Reducing light pollution
- Protecting the environment.



# Spin-off projects

Promotion of Vieques Island:

Municipal light pollution ordinance in the works (Mark Martin, Vieques Conservation and Historical Trust)

New PR Astronomy Society Chapter & Univ. of NC - Chapel Hill Skynet site coming soon (Vicente Rosario, Pres. PR AS Chapter)

Vieques as Dark sky destination  
(Mosquito biobay and stargazing)





Ley Núm. 218 del año 2008

(P. del S. 2530), 2008, ley 218

Ley del Programa para el Control y la Prevención de la Contaminación Lumínica  
LEY NUM. 218 DE 9 DE AGOSTO DE 2008

Para crear el Programa para el Control y la Prevención de la Contaminación Lumínica; establecer propósitos; disponer las normas básicas para la regulación de la contaminación lumínica; crear clasificación de áreas especiales de protección autorizar la aprobación de reglamentos.

- Ley del Programa para el Control y la Prevención de la Contaminación Lumínica (Ley 218) firmada este año (Paquete de Medidas Energéticas)



<http://astronomy2009.nasa.gov/>

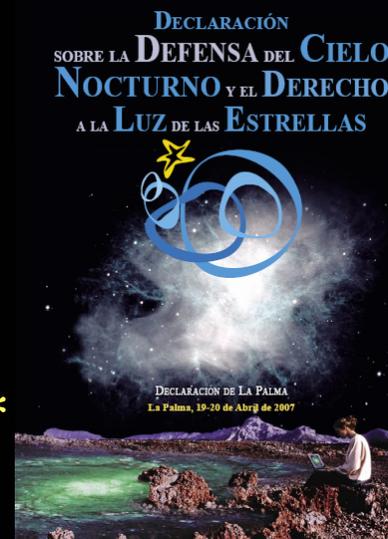
- 2009 Año Internacional de la Astronomía
- Es parte de nuestro patrimonio local y global:

Nuestro derecho a contemplar  
la luz de las estrellas

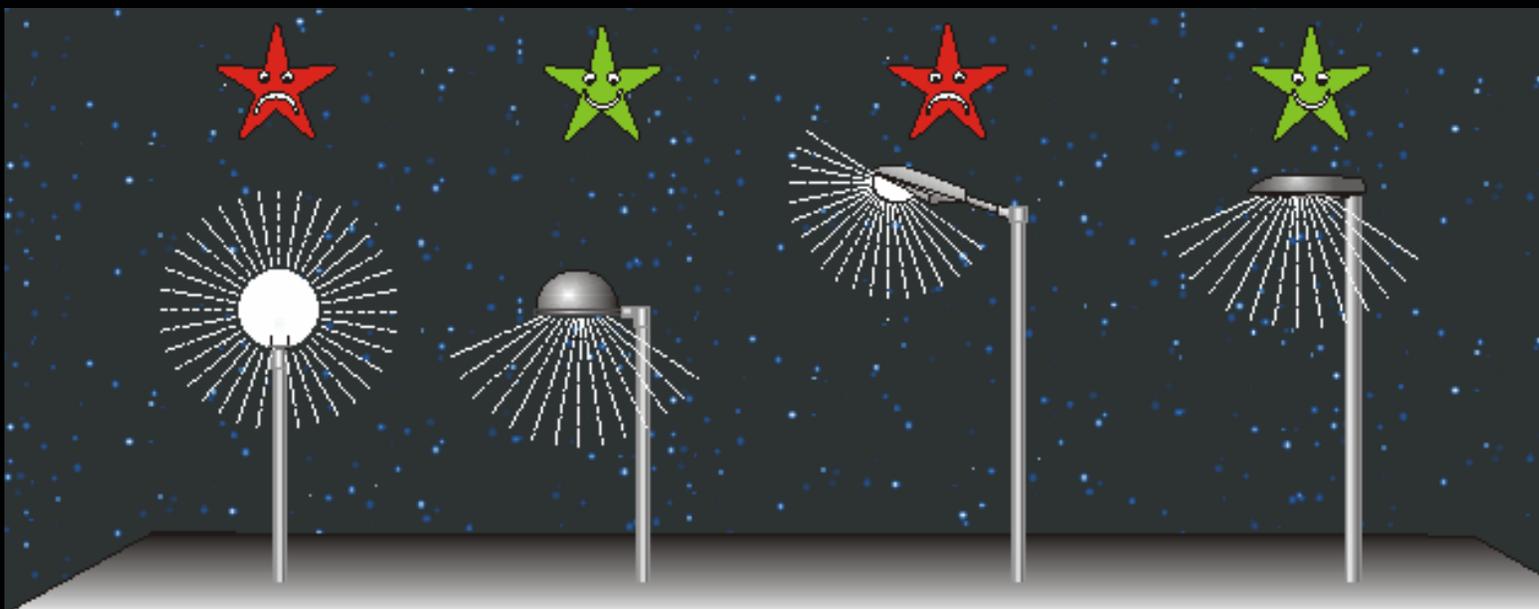
(Declaración sobre la Defensa  
del Cielo Nocturno de La Palma)

- \* Ayudamos a nuestro bolsillo y a combatir el calentamiento global \*

*Puerto Rico Brilla Naturalmente*  
reduce el impacto de la contaminación lumínica



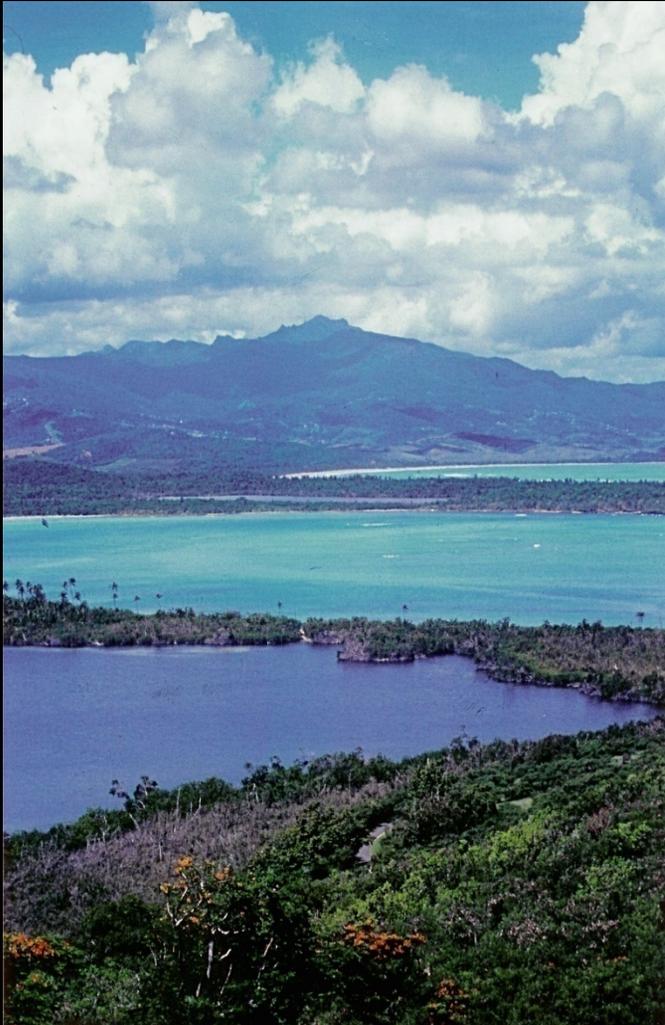
# La clave es no dispersar luz hacia el cielo



# Enlaces de Interés

- <http://ngm.nationalgeographic.com/2008/11/light-pollution/klinkenborg-text>
- International Dark-Sky Association – [www.darksky.org](http://www.darksky.org)
- National Park Service Night Sky Team – [www2.nature.nps.gov](http://www2.nature.nps.gov)
- The Urban Wildlands Group – [www.urbanwildlands.org](http://www.urbanwildlands.org)
- Instituto de Astrofísica de Canarias – [www.iac.es](http://www.iac.es)
- Oficina de Protección de la Calidad del Cielo del Norte de Chile (OPCC) – [www.opcc.cl](http://www.opcc.cl)
- Lighting Research Center – [www.lrc.rpi.edu](http://www.lrc.rpi.edu)
- Citizens for Responsible Lighting – [crlaction.org](http://crlaction.org)
- <http://www.astronomy2009pr.org/>

# Gracias



Para más  
información:

787-722-5834



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

or

[oramos@fs.fed.us](mailto:oramos@fs.fed.us)



Olga M. Ramos González  
International Institute of Tropical Forestry  
USDA Forest Service  
GIS and Remote Sensing Lab  
Río Piedras, Puerto Rico

