

# Análisis General de Impacto Económico y Social

## Anteproyecto Revisión de la Norma de Emisión para la Regulación de la Contaminación Lumínica contenida en el D.S. N° 43/2012



Folio N° 3815

**CHILE LO  
HACEMOS  
TODOS**

Departamento de  
Economía Ambiental

Marzo 2021



# Agenda

1. Antecedentes previos
2. Metodología y consideraciones para la evaluación
  - a) Parque y proyecciones
  - b) Costos y beneficios
3. Resultados
  - a) Recambios de luminarias
  - b) Beneficios
  - c) Costos

# 1 - Antecedentes previos

De acuerdo con lo establecido en la Ley N°19.300 y el DS N° 38, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente, se requiere (entre otros) de un Análisis General de Impacto Económico y Social (AGIES) para la dictación o modificación de las normativas ambientales. El AGIES servirá como apoyo a la Participación Ciudadana (PAC) y a la toma de decisiones en el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad (CMS).

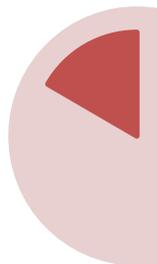
El proceso de elaboración (o revisión) de una norma de emisión, desde el desarrollo del Anteproyecto hasta su aprobación, contempla las siguientes etapas:



**Nota:** A-AP = AGIES Anteproyecto, PAC = Participación Ciudadana mediante Consulta Pública, A-PD = Actualización AGIES Proyecto Definitivo, CMS = Consejo de Ministros para la Sustentabilidad

# 1 - Antecedentes previos: regulación en el tiempo

D.S. N° 686/1998  
(MINECON)



**Objetivo:** prevenir contaminación de los cielos nocturnos, conservar la calidad actual de los cielos y evitar su deterioro futuro.

**Ámbito territorial:** regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo.

**Fuentes reguladas:** lámparas, cualquiera sea su tecnología, que se instalen en luminarias, en proyectores o por sí solas, que se utilicen en lo que se denomina Alumbrado de Exteriores.

D.S. N° 43/2012  
(MMA)



Mantiene las regiones reguladas por el D.S. N° 686/1998.

Mantiene el objetivo y aumenta las restricciones (emisión espectral de luz azul en 15%).

Revisión D.S. N°  
43/2012 (MMA)



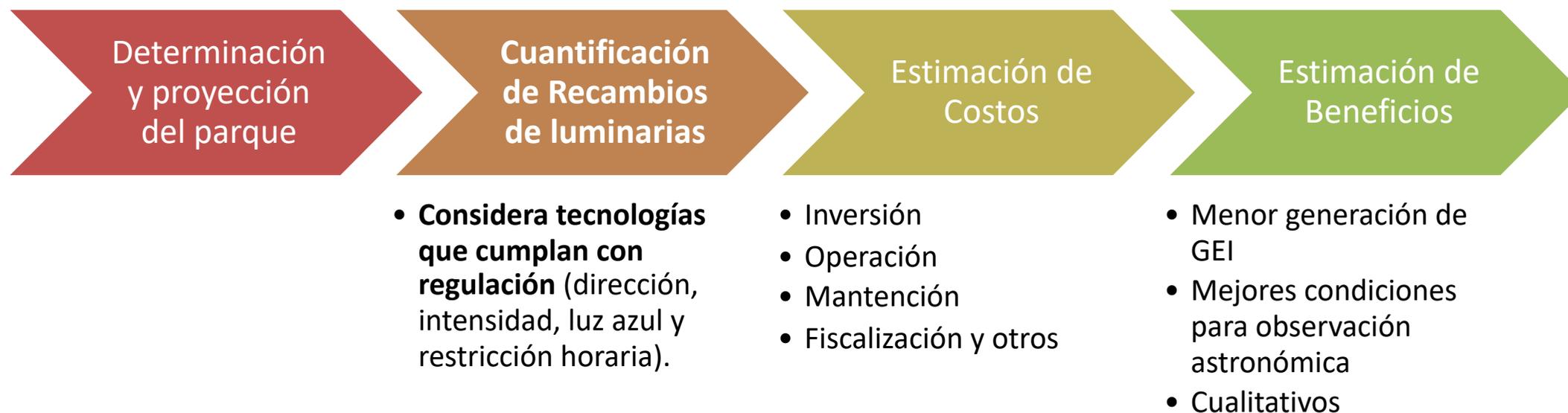
**Objetivo:** Prevenir y controlar la contaminación lumínica para proteger la calidad de los cielos nocturnos y la **biodiversidad**, especialmente en las **Áreas de Protección Especial**.

**Ámbito territorial:** todo el territorio nacional, diferenciando áreas de observación astronómica, silvestres protegidas y humedales urbanos.

**Fuentes reguladas:** Alumbrado ambiental, Industrial, Deportivo y Publicitarios

## 2 – Metodología general AGIES

- El análisis general del impacto económico y social evalúa los costos que implique el cumplimiento del Anteproyecto de norma de calidad ambiental o de emisión, y los beneficios asociados, respecto de la situación actual.
- Para establecer la línea base se considera el cumplimiento de todas las regulaciones vigentes que son aplicables a las fuentes evaluadas.



## 2 – Metodología: Parque y proyecciones

- La construcción del parque requiere de información relativa a:
  - número de luminarias
  - ubicación geográfica a nivel de comuna
  - tipo de tecnología
  - potencias asociadas
- Todas las características anteriores pudieron identificarse en 3 de las 4 categorías, en el caso de las luminarias industriales, las potencias de alumbrados totales en recinto industriales posee un alto nivel de incertidumbre. De modo que **se opta por no incorporar en el AGIES**

### Fuentes de Información consideradas

#### Públicas

- Inventario 2012: SEC (TE2)
- 2014-2019: SEC (TE2)

#### Industrial

- 2014-2020: SEC (TE1)

#### Deportivas

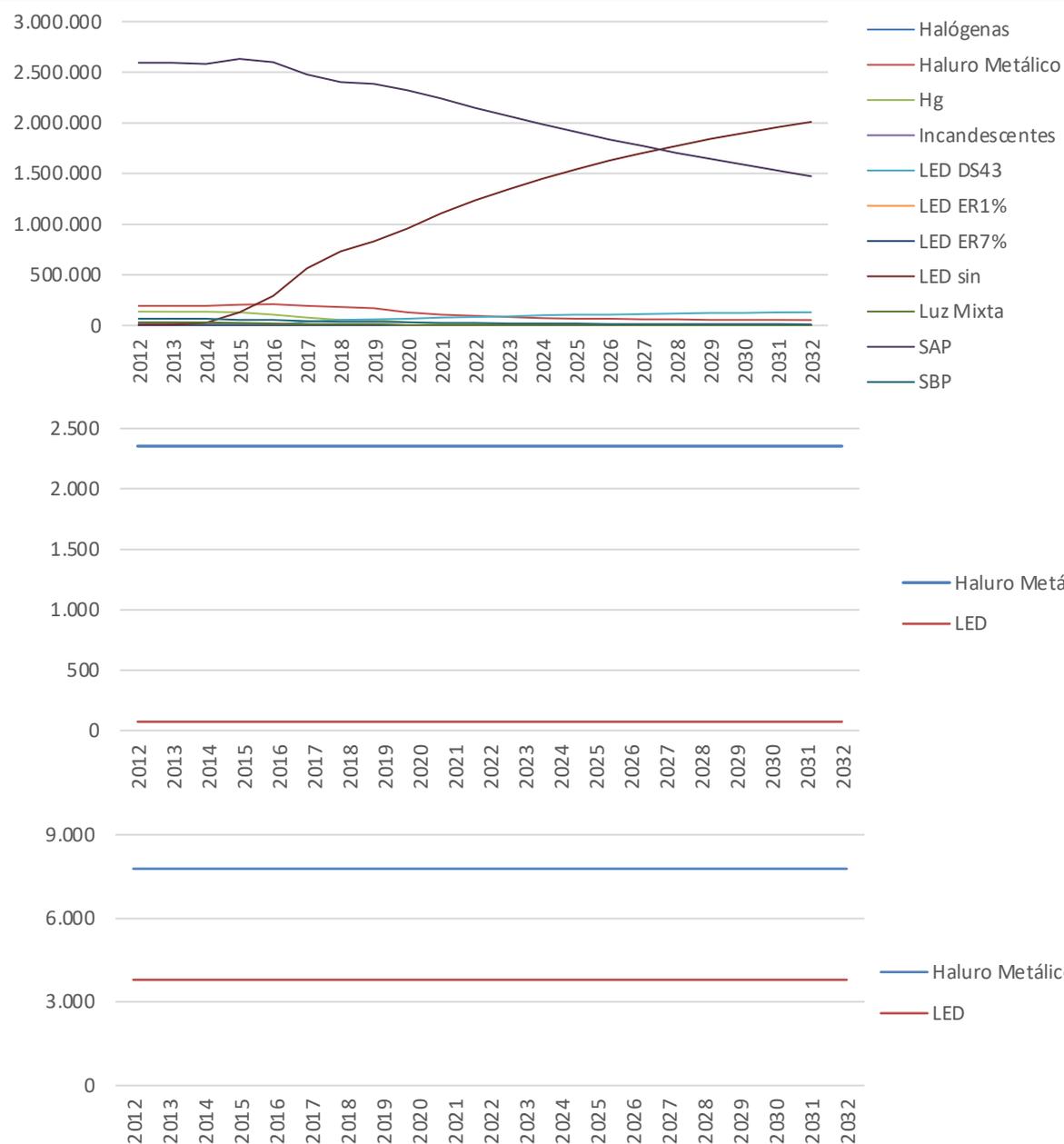
- Instituto Nacional de Deportes

#### Publicitarias

- OOH Publicidad

# 2 – Metodología: Parque y proyecciones

Categoría	Proyección parque	Composición tecnologías
Públicas	Crecimiento a partir de nuevas instalaciones 2014-2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>Crecimiento de LED a partir de evolución 2014-2019</li> <li>Recambio por luminarias menos eficaces y SAP por LED</li> </ul>
Deportivas	Constante en el tiempo	<ul style="list-style-type: none"> <li>En línea base se recambia por misma tecnología</li> <li>En escenario regulatorio se recambia por LED</li> </ul>
Publicitarias	Constante en el tiempo	<ul style="list-style-type: none"> <li>En línea base se recambia por misma tecnología</li> <li>En escenario regulatorio se recambia por LED</li> </ul>



## 2 – Consideraciones para la evaluación

Tecnologías LED y cumplimiento con regulación

Tecnología	Contenido espectral límite azul	cumple DS686	cumple DS43	Cumple revisión DS43
LED C/FILTRO ÓPTICO DE AZUL	1	SI	SI	SI
LED PC ÁMBAR A	1	SI	SI	SI
LED PC ÁMBAR B	1	SI	SI	SI
LED C/FILTRO CIERRE ÁMBAR	1	SI	SI	SI
LED 2800K	7	SI	SI	SI
LED 2200K	7	SI	SI	SI
LED 3000K A	15	SI	SI	NO
LED 3000K B	15	SI	SI	NO
LED 4000K A	22	SI	NO	NO
LED 4000K B	22	SI	NO	NO
LED 5000K A	28	NO	NO	NO
LED 5000K B	28	NO	NO	NO

Ratio de eficacia (lum/W)

Tecnologías	(lum/W prom)	Ratio
LED	110*	1
SAP	117	1,06
SBP	150	1,36
Halógenas	15	0,14
Hg	47	0,43
Incandescentes	14	0,13
Haluro Metálico	83	0,75
Luz Mixta	24	0,22

El recambio de luminarias asume que **la nueva tecnología mantiene la eficacia lumínica de la luminaria** (relación entre flujo total emitido y potencia de la fuente en lúmenes por watt [Lm/W]).

Se estima la **potencia teórica** requerida para la nueva luminaria que mantiene eficacia lumínica

$$R_{i,LED} = \frac{E_i}{E_{LED}}$$

$R_{i,LED}$ : Ratio de eficacia lumínica entre la tecnología  $i$  de línea base y la tecnología LED.

$E_i$ : Eficacia lumínica de la tecnología  $i$  de línea base (lúmenes/W).

$E_{LED}$ : Eficacia lumínica de la tecnología LED (lúmenes/W).

\* Tecnologías LED con criterios del 1 y 7% poseen eficacias mayores llegando a 160 [lum/w]

## 2 – Consideraciones para la evaluación

### Supuestos de recambios tecnológicos

Área	Luminaria	Tecnología	
		Línea base	Escenario regulatorio
Área Protección Especial A y B	Pública	LED DS43	LED 1%
	Publicitaria y deportiva	Haluro metálico	LED
Resto del territorio	Pública	LED sin criterio	LED 7%
	Publicitaria y deportiva	Haluro metálico	LED

### Entrada en vigencia de la regulación

Regulación	Área Protección Especial A	Área Protección Especial B*	Resto del territorio
Nuevas luminarias	Entrada en vigencia: 2022	Entrada en vigencia:2022	2 año desde entrada en vigencia: 2024
Luminarias existentes	5 año de entrada en vigencia**: 2027	Recambio luminaria	Recambio luminaria

\* Aplica a comunas ubicadas entre 100 y 150 km desde observatorios definidos

\*\* No aplica a tecnologías SAP/SBP

# 2 – Metodología: Costos y beneficios

## Costos

### Costos de Inversión

- Precio de luminaria
- Costo de instalación (HH)

### Costos de Mantención

- Costo de limpieza
- Costo de componentes e instalación

### Costo de Operación

- Horas de uso de luminaria
- Potencia de luminarias (W)
- Precio de energía (kW)

### Costos de fiscalización y otros

- Costo de fiscalización proyectado
- Costos de adecuación sistema SEC
- Costos de sistemas de información SMA

## Beneficios

### Menor generación de GEI

- Horas de uso de luminarias
- Potencia de luminarias
- Precio social del carbono eq.

### Mejores condiciones para observación astronómica

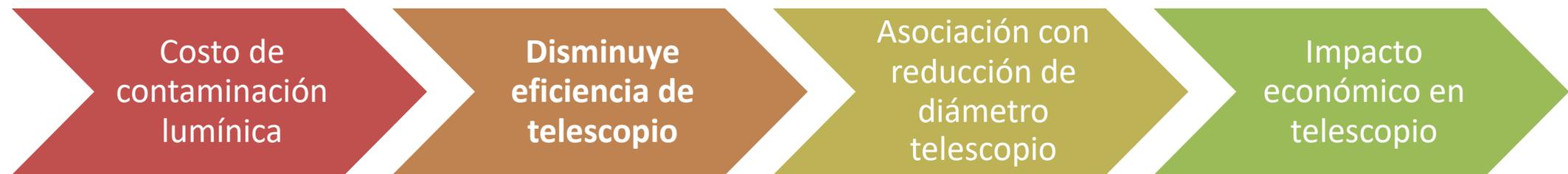
- Catastro de Observatorios con telescopios ópticos sobre 4 [m] de diámetro
- Costo de inversión anualizado y vida útil
- Impactos económicos asociados a la contaminación

### Cualitativos

- Biodiversidad
- Salud Humana
- Astroturismo

## 2 – Metodología: Costos y beneficios

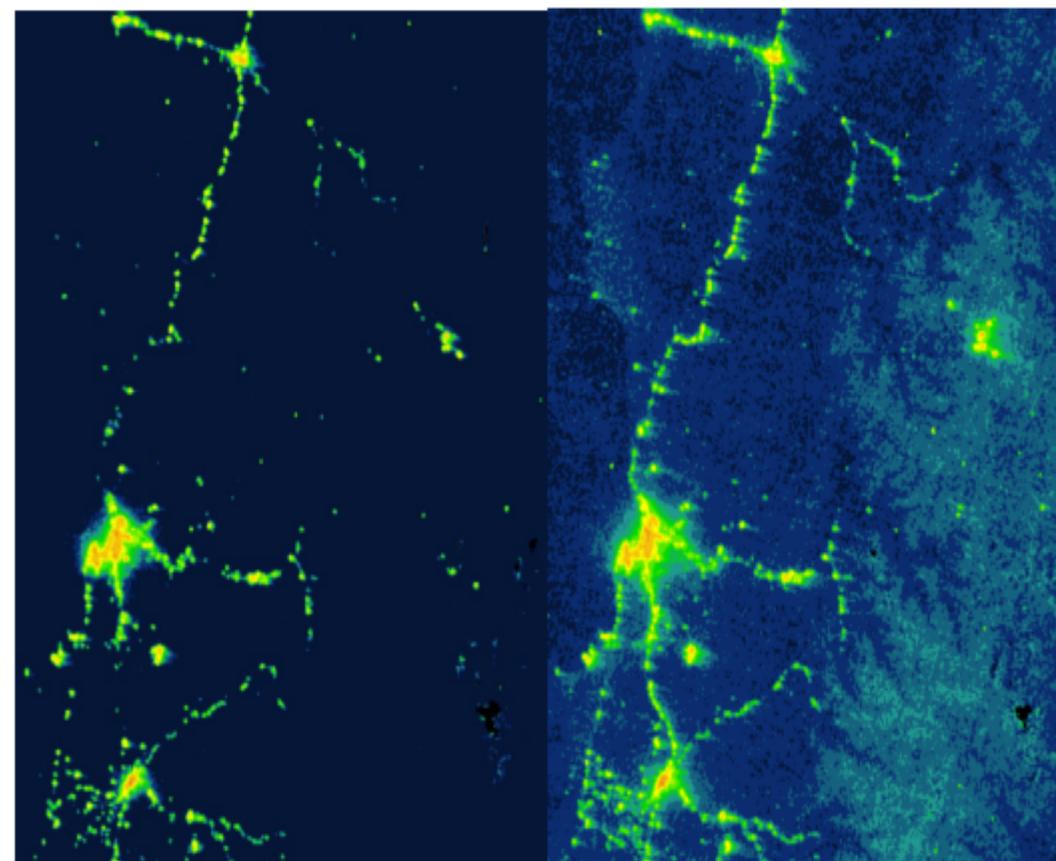
- Mejores condiciones para observación astronómica



- Crawford (2000) vincula relación de pérdida de valor efectivo debido a incremento artificial de brillo
- Schreuder (2001) indica que un aumento en 10% de contaminación lumínica reduce el valor económico del instrumento en 15%.

## 2 – Metodología: Costos y beneficios

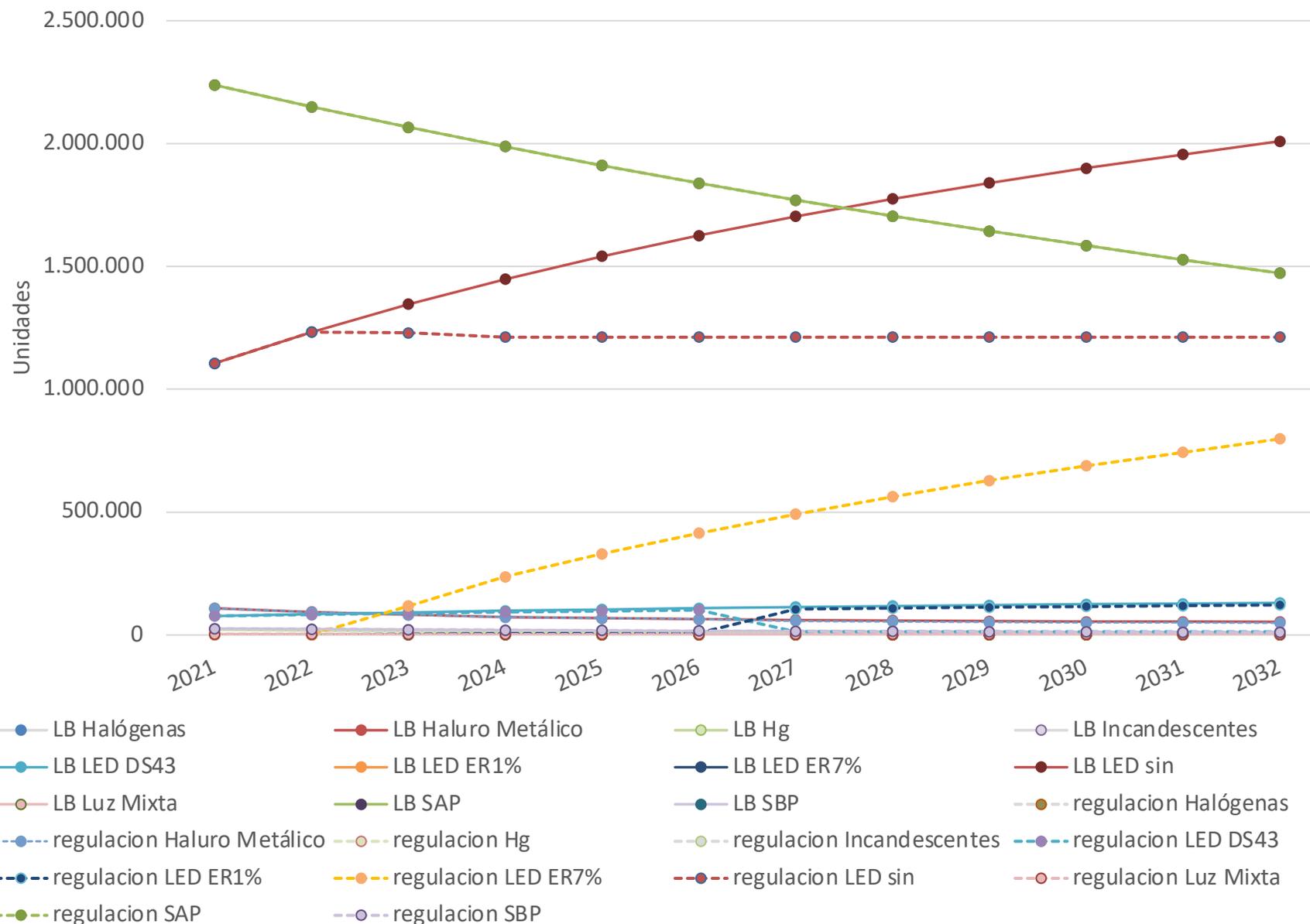
- Mejores condiciones para observación astronómica
  - Aumento de contaminación lumínica en región de Coquimbo en un 4,5% (OPCC, 2019).
  - Se asocia a una pérdida del 6% del valor económico (con tabla de Crawford, 2000).



Variación mensual promedio obtenido por sensor VIIRS NPP de región de Coquimbo de los meses de enero 2016 (izq) y junio 2019 (der)

Fuente: OPCC (2019).

# 3 – Resultados: Recambios de luminarias públicas



Las **líneas continuas** representan la línea base y las **discontinuas** la regulación.

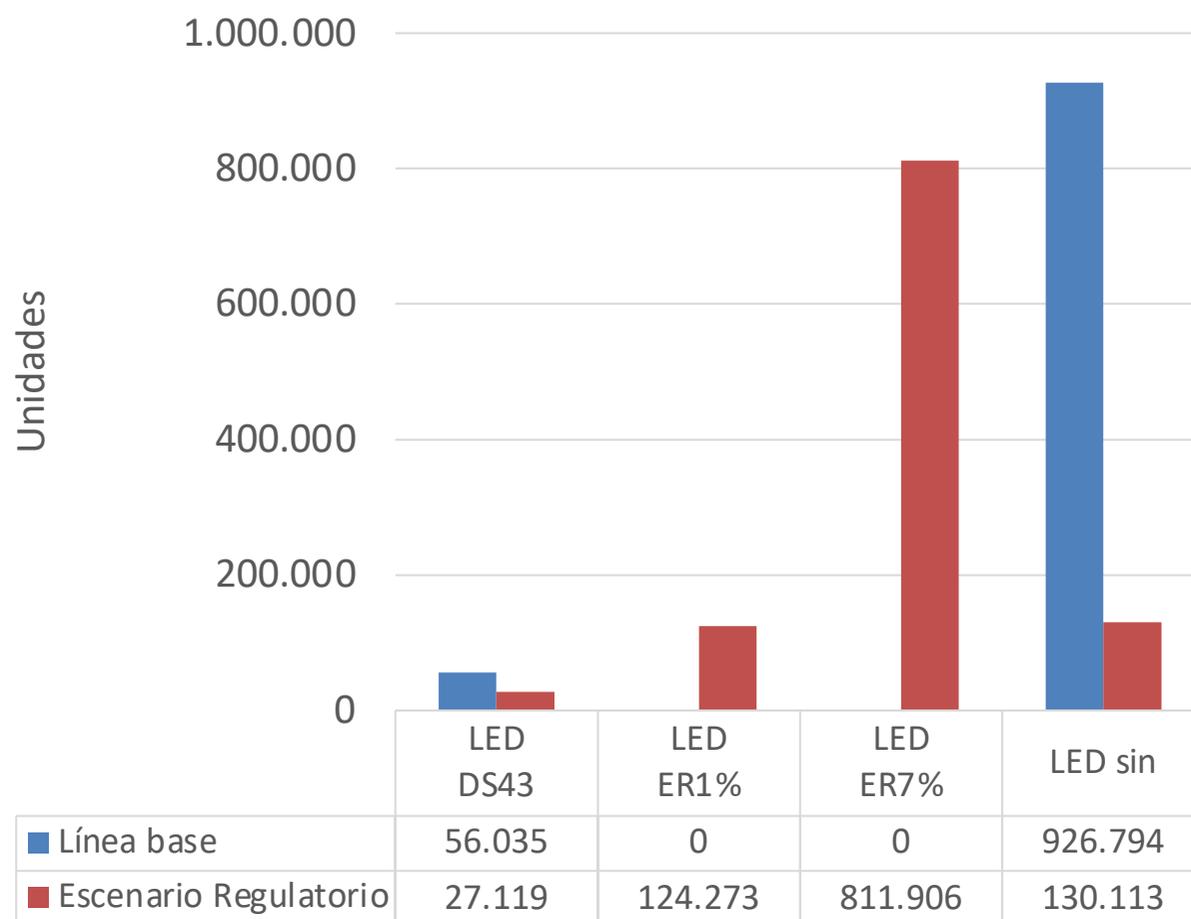
La regulación afecta tendencia de **LED sin criterios**, a cambio de **LED 7%**.

Lo mismo con tendencia de **LED DS43**, a cambio de **LED 1%**.

Las **SAP** y otras tecnologías mantienen su tendencia decreciente.

# 3 – Resultados: Recambios de luminarias

Composición del recambio de luminarias  
públicas LED  
2021-2032

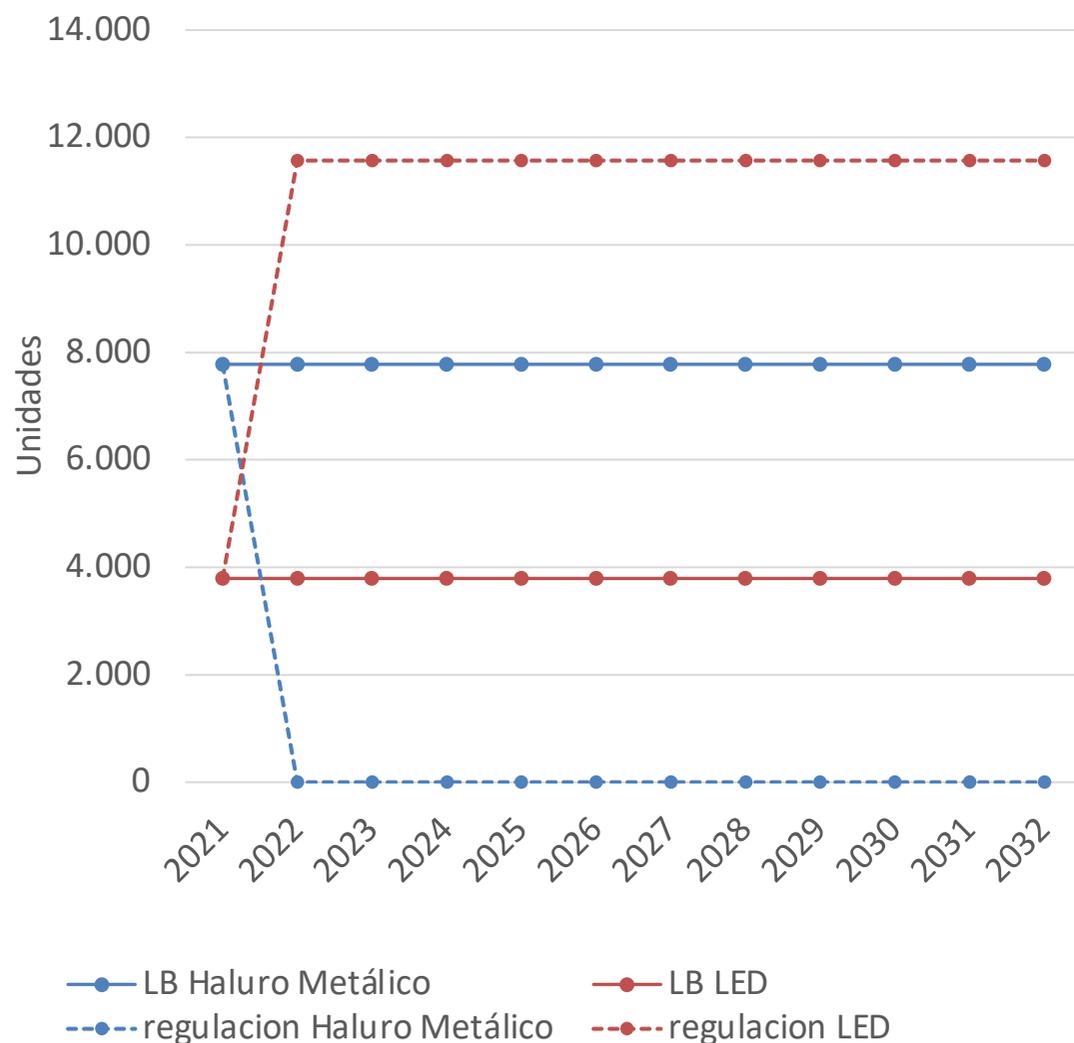


Para el periodo completo de evaluación (2021-2032), en escenario regulatorio, se recambiaron 1.093.411 luminarias públicas, 110.582 unidades mas que en línea base.

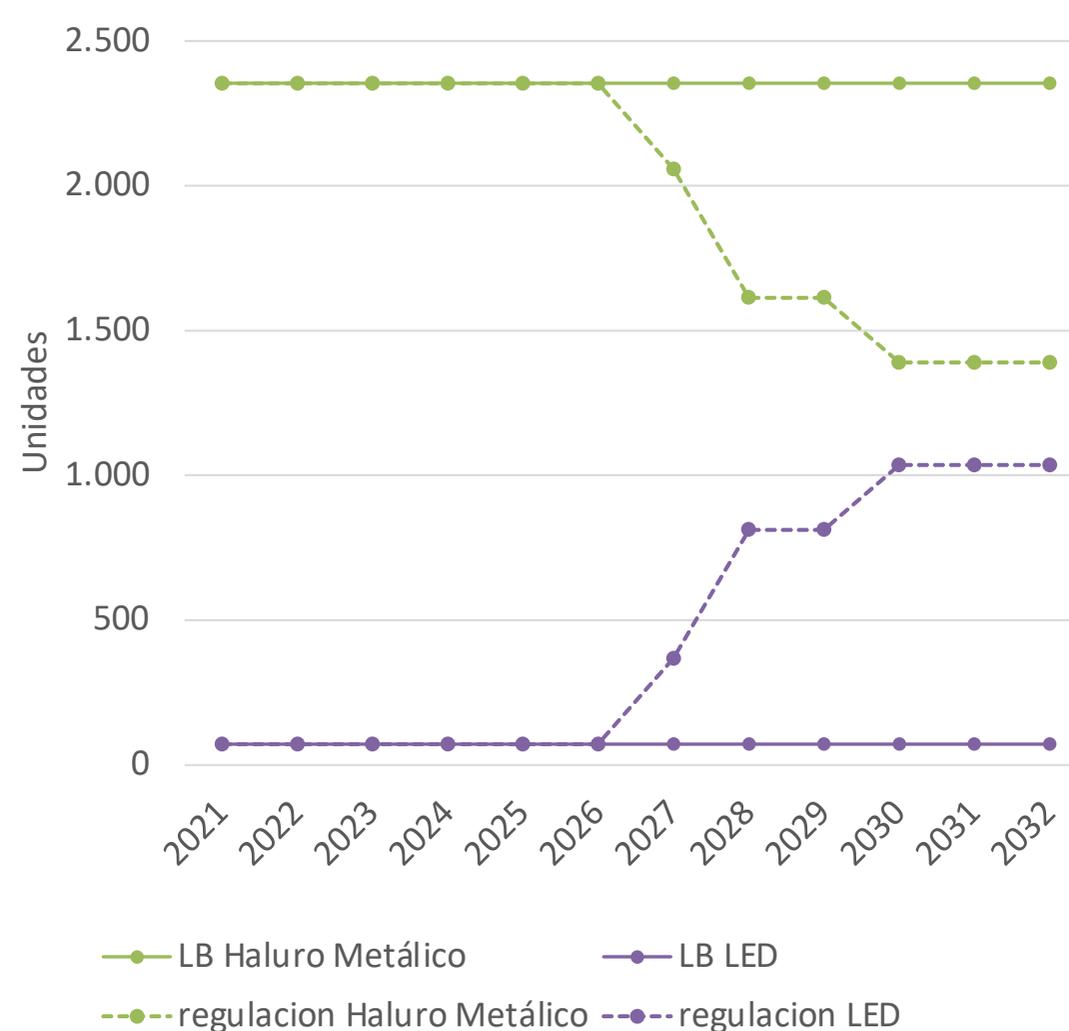
En el parque publicitario fueron recambiadas desde haluro metálico a LED 7.778 luminarias producto de la regulación, mientras que este mismo numero asciende a 964 en el caso de la categoría “deportivas”.

# 3 – Resultados: Recambios de luminarias deportivas y publicitarias

Luminarias Publicitarias en escenario regulatorio y línea base



Luminarias Deportivas en escenario regulatorio y línea base

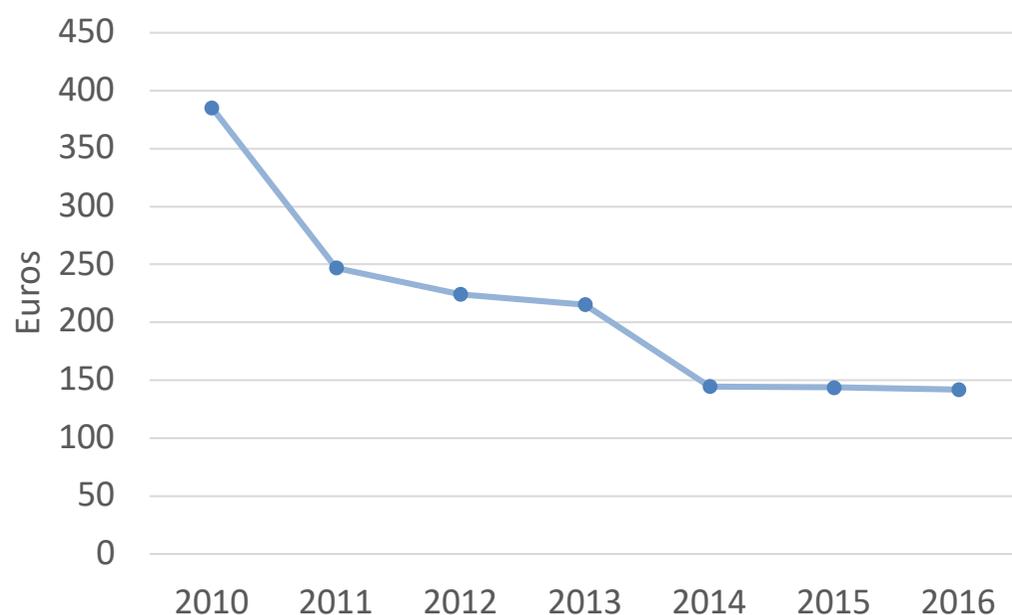


# 3 – Resultados: Costos Luminarias Públicas

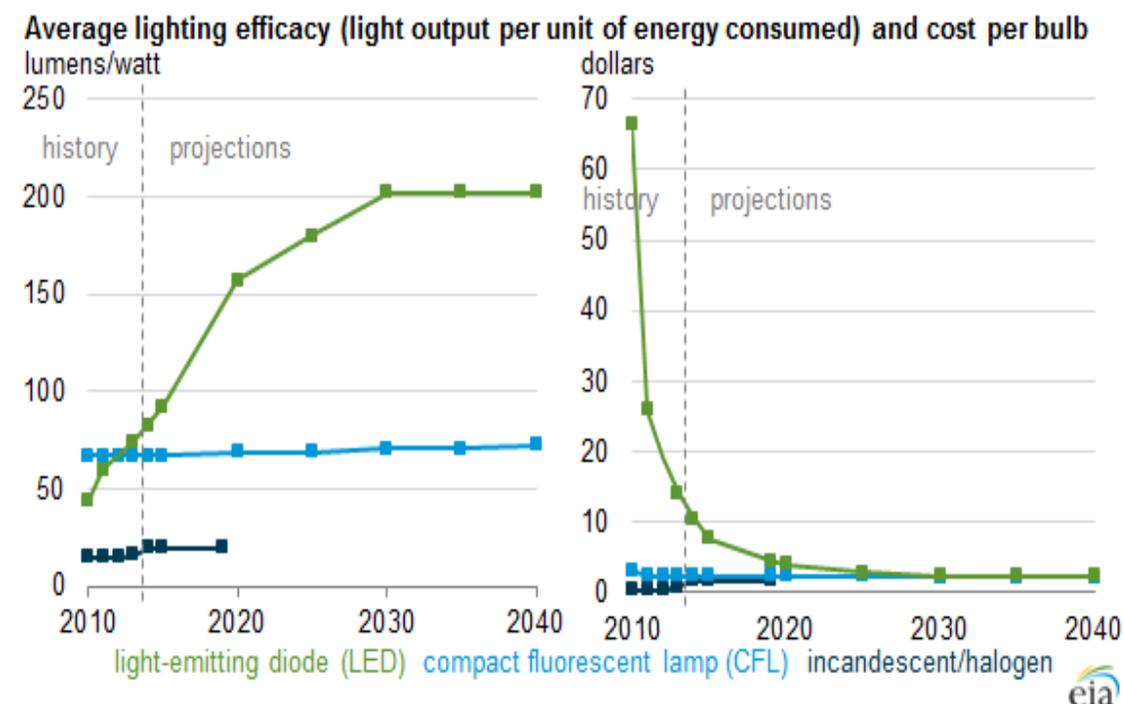
Se establecen 2 escenarios de evaluación para proyección de los precios de la tecnologías led asumiendo:

- precios constantes en el tiempo
- precios decrecientes en el tiempo

Tendencia de precio de luminaria LED, 2010-2016  
(Euro)



Fuente: elaboración propia a partir de Capella C. (2016). Disponible en <https://www.iluminaciondeled.com/la-evolucion-del-precio-de-la-iluminacion-led-con-el-paso-del-tiempo/>

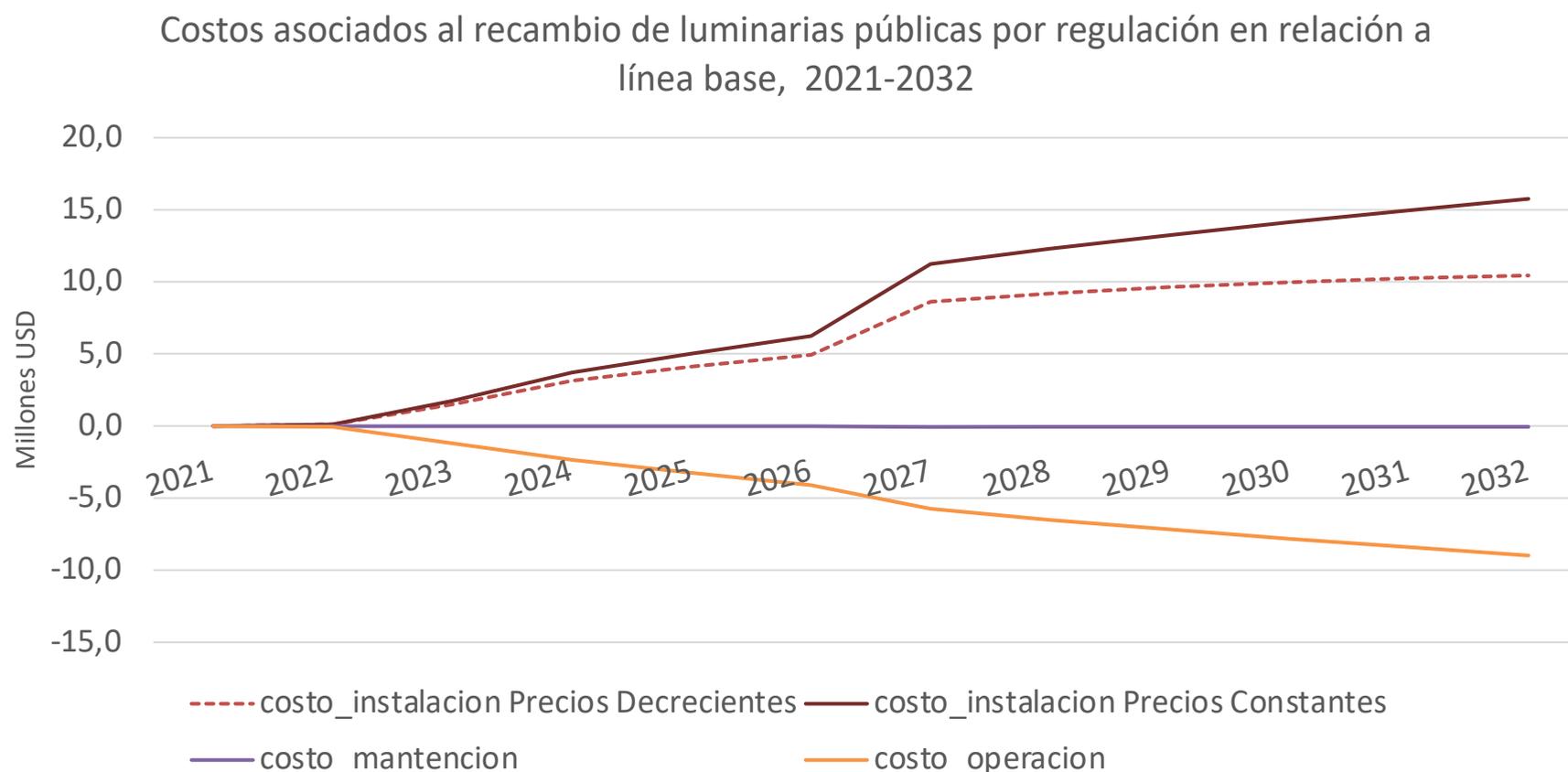


Fuente: U.S. Energy Information Administration, Annual Energy Outlook 2014, Early Release.

# 3 – Resultados: Costos Luminarias Públicas

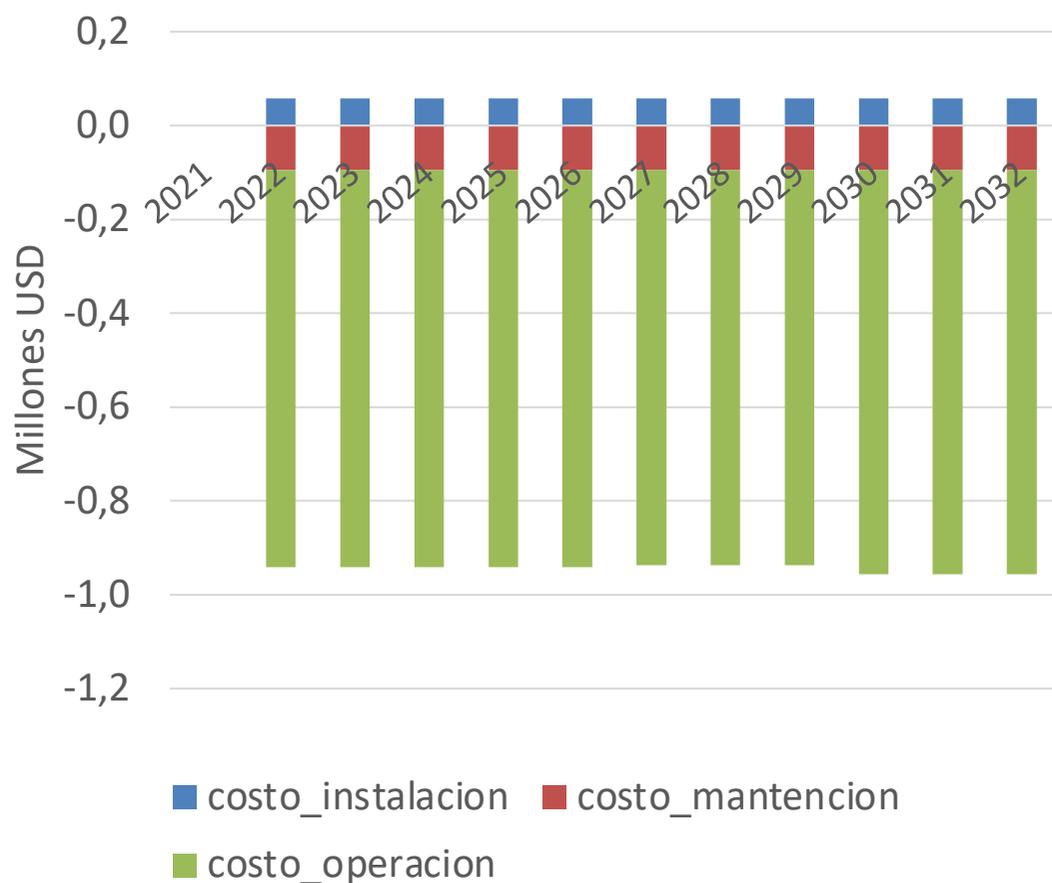
Se establecen 2 escenarios de evaluación para proyección de los precios de la tecnologías led asumiendo:

- precios constantes en el tiempo
- precios decrecientes en el tiempo

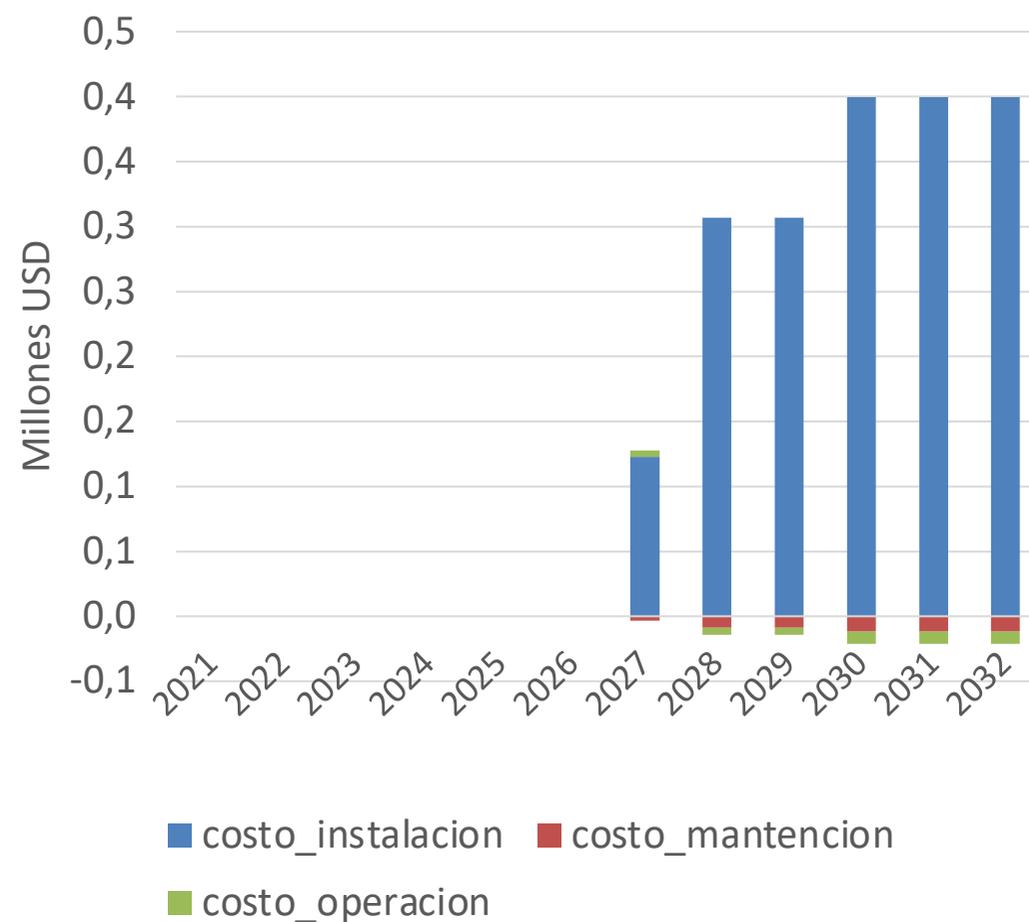


# 3 – Resultados: Costos Luminarias Publicitarias y Deportivas

Costos asociados al recambio de luminarias publicitarias de la regulación en relación a línea base, 2021-2032

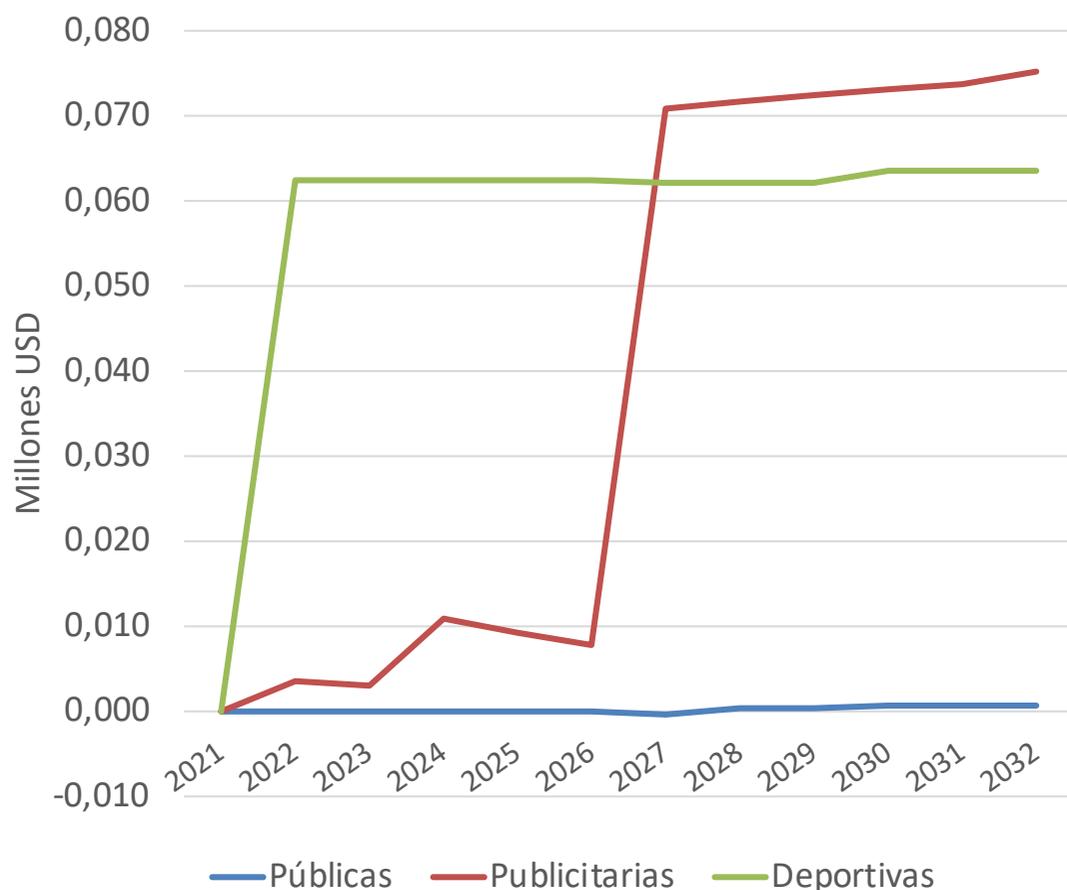


Costos asociados al recambio de luminarias deportivas por la regulación en relación a línea base, 2021-2032

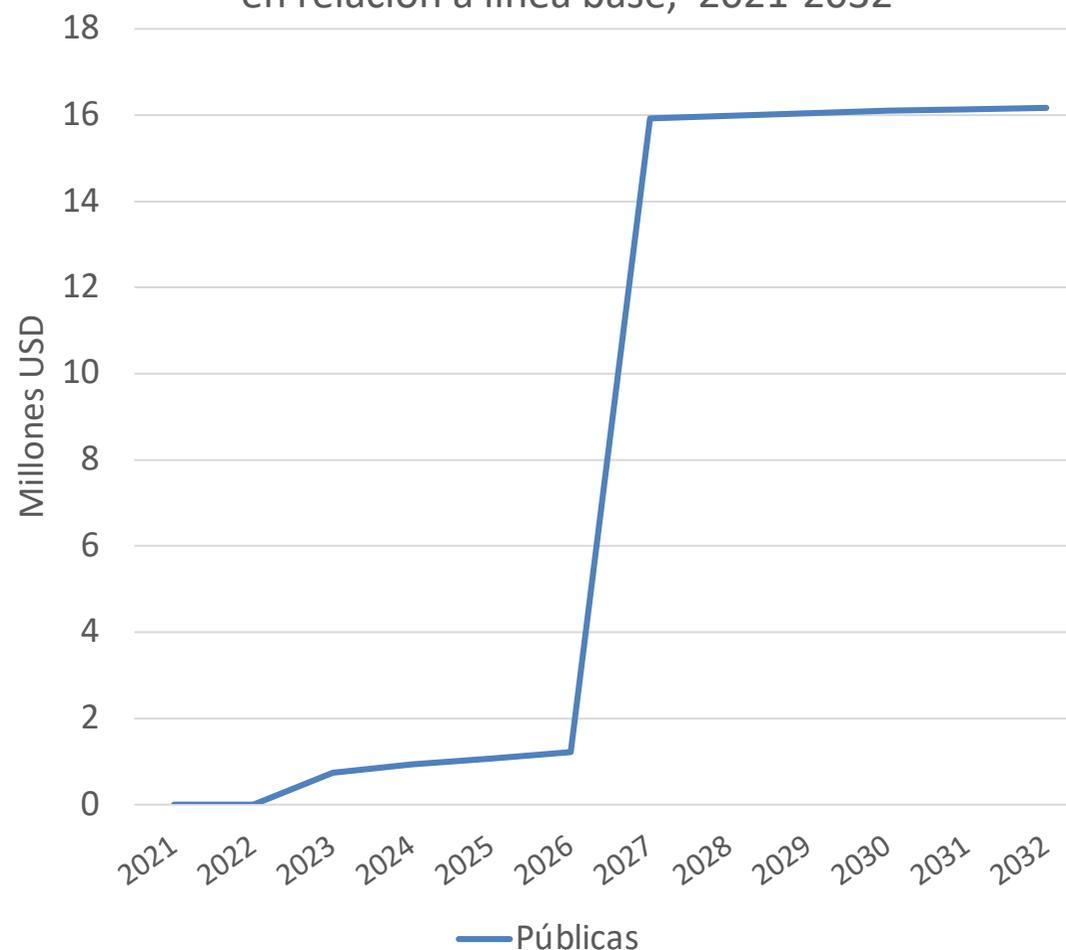


# 3 – Resultados: Beneficios menores emisiones GEI y mejores condiciones para observación astronómica

Beneficios por menores emisiones de GEI asociados al recambio de luminarias por regulación en relación a línea base, 2021-2032



Beneficios en observación astronómica por menor contaminación lumínica asociada al recambio de luminarias publicas por regulación en relación a línea base, 2021-2032



# 3 – Resultados: Beneficios cualitativos



Reducción de las alteraciones al ritmo de los ciclos circadianos en las personas (alteraciones en el sueño).



Reducción de alteraciones de conductas en animales: sueño, migración, búsqueda de alimentos (desorientación), reproducción.



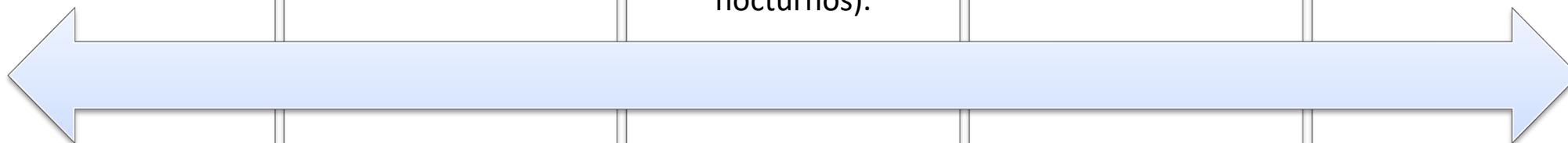
Disminución de mortalidad en especies nocturnas por debilitamiento de la vista y exposición a depredadores (30% de los vertebrados y más del 60% de los invertebrados son nocturnos).



Disminución de la posibilidad de accidentes por deslumbramiento en carreteras.

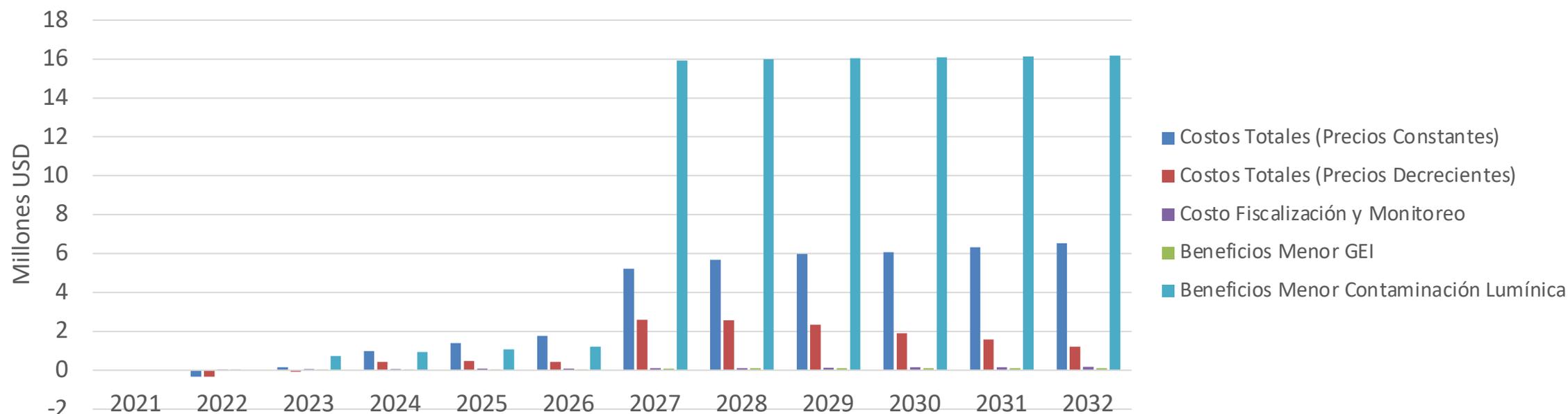


Mejoras en las condiciones para Astro turismo



# 3 – Resultados: Flujos y Valor presente

Costos y beneficios totales de la regulación



En valor presente al 2021, la relación entre los costos y beneficios de la regulación varía entre 2,88 y 11,78 dependiendo del escenario de costos de inversión para la luminaria pública que se considere.

	Escenario Precios Constantes	Escenario Precios Decrecientes
<b>Beneficios</b>	<b>59,40</b>	<b>59,40</b>
Menor GEI	0,75	0,75
Menor Contaminación Lumínica	58,65	58,65
<b>Costos</b>	<b>20,59</b>	<b>5,04</b>
Lum_deportiva	1,41	1,41
Lum_publica	25,43	9,88
Lum_publicitaria	-6,58	-6,58
Fiscalización y Monitoreo	0,71	0,71
<b>B/C</b>	<b>2,88</b>	<b>11,78</b>



**CHILE LO  
HACEMOS  
TODOS**