

Producto 4: Resumen ejecutivo del informe de resultados de la evaluación

Evaluación de operaciones de la Política de prestación de servicio de alumbrado público

11 de julio de 2017

EY

Building a better working world



DNP

Departamento Nacional de Planeación



TODOS POR UN NUEVO PAÍS

PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN

Tabla de contenido

1.	Introducción y contexto general de la evaluación	5
2.	Metodología	6
3.	Evaluación de operaciones	10
4.	Conclusiones	19
	Bibliografía.....	20

Índice de tablas

Tabla 1 - Información documental recopilada y procesada	8
---	---

Índice de gráficas

Gráfica 1 - Clasificación de municipios encuestados.....	7
Gráfica 2 – Procesamiento de datos	9
Gráfica 3 – Figuras generales de Inversión, Administración, Operación y Mantenimiento	11
Gráfica 4 – Figuras generales de suministro de energía	12
Gráfica 5 – Figuras generales de gestión financiera	13
Gráfica 6 – Figuras generales de vigilancia y control	14
Gráfica 7 – Figuras generales de gestión ambiental de los residuos.....	15
Gráfica 8 – Figuras generales de zonas no interconectadas.....	16

Abreviaciones

AP: Alumbrado Público

AOM: Administración, Operación y Mantenimiento

CREG: Comisión de Regulación de Energía y Gas

ESP: Empresa de Servicios Públicos

FTP: Factor total de productividad

kWh: Kilovatio-hora

kW: Kilovatio

OR: Operador de Red

RAEE: Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

SIN: Sistema Interconectado Nacional

SSPD: Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios

ZNI: Zonas No Interconectadas

1. Introducción y contexto general de la evaluación

En Colombia, la reglamentación sobre la operatividad del alumbrado público data de comienzos del siglo XX, en donde mediante la Ley 97 de 1913 se da facultades al *Concejo Municipal de Bogotá* para crear y cobrar el impuesto de alumbrado público y la Ley 84 de 1915 hace extensiva esta facultad para todos los Concejos Municipales. Posteriormente, con el Decreto 2424 de 2006, se dieron lineamientos generales para los esquemas de contratación, prestación del servicio y vigilancia y control bajo los criterios de eficiencia económica, suficiencia financiera, simplicidad, transparencia e integralidad.

Según estudios realizados previamente (Afanador, 2009; Afanador, 2010; Quiñones y Cruz, 2010) se ha identificado que existe heterogeneidad en la prestación del servicio de alumbrado público en los municipios del país, en términos, operativos, técnicos, financieros, administrativos y ambientales. Asimismo, en la actualidad no existe un sistema de información que permita verificar el cumplimiento de los lineamientos de política de alumbrado público establecidos en la normatividad actual.

Considerando lo anterior, la Dirección de Seguimiento y Evaluación de Políticas Públicas -DSEPP- del DNP, en coordinación con la Dirección de Infraestructura y Energía Sostenible –DIES- del DNP y el apoyo de la CREG, ha determinado necesario realizar un diagnóstico de la actual política en materia de la prestación del servicio de alumbrado público a nivel nacional que permita establecer recomendaciones orientadas a generar lineamientos de política que permitan la estandarización del mismo, teniendo en cuenta las diferencias que pueden existir entre los municipios de diferentes categorías y entornos de desarrollo.

En este sentido el Departamento Nacional de Planeación (DNP) contrató a Ernst & Young S.A.S, mediante el Contrato No 574 de 2016, cuyo objeto es realizar una evaluación de operaciones de la actual política en la prestación del servicio de alumbrado público, que permita caracterizar el estado actual del mismo a nivel territorial, con el fin de generar recomendaciones y lineamientos de política pública en la materia.

El presente documento corresponde al resumen ejecutivo de la evaluación y está dividido en cuatro capítulos. El primero corresponde a esta introducción; el segundo contiene la metodología aplicada para la evaluación; el tercero resume la evaluación de operaciones que a su vez contiene la descripción de la operación, análisis de la cobertura y calidad de la prestación del servicio, identificación y evaluación de prácticas en la prestación del servicio y análisis de experiencias internacionales; y el cuarto resume las conclusiones del estudio. Al final se presenta la bibliografía usada para la elaboración de la evaluación.

2. Metodología

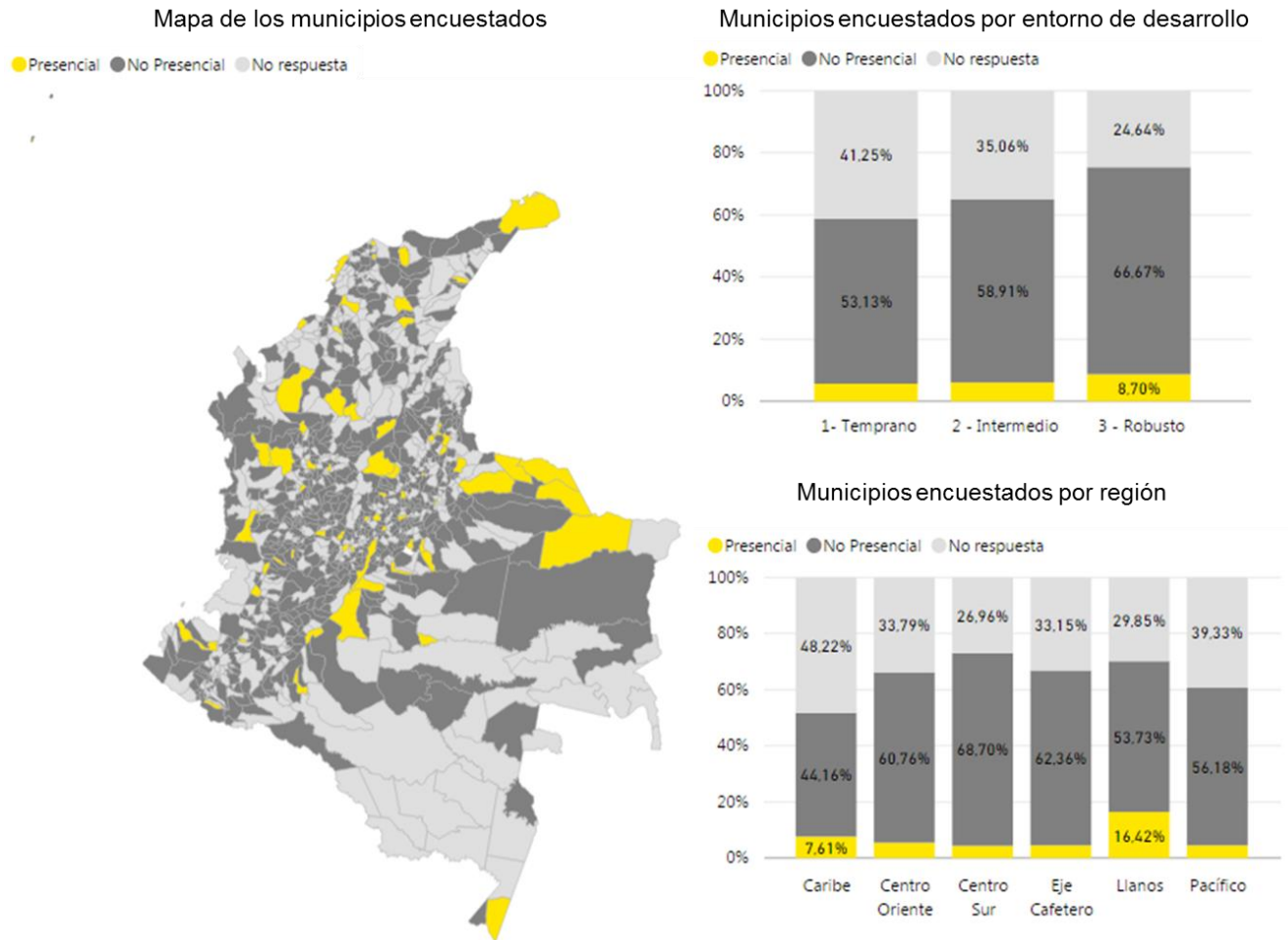
Con el fin de evaluar el funcionamiento de estos procesos, se realizó el levantamiento de información primaria mediante instrumentos de captura presenciales y no presenciales. Para instrumentos presenciales, se realizó una muestra teórica de 67 municipios, en donde se hicieron: i) encuestas a los funcionarios responsables del alumbrado público, ii) entrevistas semi-estructuradas a los funcionarios, iii) encuestas a los operadores de la red de distribución del municipio, y iv) observaciones *in-situ* a la infraestructura del alumbrado público.

Para la escogencia de la muestra se definieron tres criterios de estratificación. El primero fue el entorno de desarrollo en donde las categorías usadas fueron i) desarrollo temprano, ii) desarrollo intermedio o iii) desarrollo robusto. El segundo fue la condición de conexión, en donde las categorías usadas fueron: i) perteneciente al Sistema Interconectado Nacional (SIN) o ii) Zona No Interconectada (ZNI). El tercero fue la región, de acuerdo a lo estipulado en el Sistema General de Regalías (SGR). Para la clasificación de municipios, fueron tomados datos del Departamento Nacional de Planeación¹ (entorno de desarrollo y región) y de la Unidad de Planeación Minero Energética.

Para los instrumentos no presenciales, se contactaron a los 1.035 municipios restantes, y se tuvo respuesta de 636. Tanto por región como por entorno de desarrollo, se logró la respuesta de más de la mitad de municipios para cada categoría. La clasificación de estos municipios se presenta en la Gráfica 1:

¹ Para las categorías por entorno de desarrollo Bogotá y San Andrés se encuentran en la clasificación departamental y ambos, están en entorno de desarrollo robusto, sin embargo, para los fines de esta evaluación, San Andrés fue categorizado como un municipio en entorno de desarrollo intermedio dado que su desarrollo económico, institucional y funcionalidad urbana se asemeja al de otros municipios en este entorno.

Gráfica 1 - Clasificación de municipios encuestados



Fuente: Elaboración propia

Las encuestas realizadas presencial y telefónicamente son la única fuente que contiene información del alumbrado público del país con un alcance y variedad representativos de los municipios del país. Además, las encuestas contienen información estandarizada y estructurada que permite analizar la prestación del servicio cuantitativamente. Es por esto que los resultados de la evaluación están basados principalmente en las respuestas de los municipios a partir de los diferentes instrumentos de recolección de información. Adicionalmente, este estudio parte de la información cualitativa adicional entregada por las entidades territoriales, que se compone de información documental correspondiente a documentos soporte de los procesos del alumbrado público de los 67 municipios visitados presencialmente. En el proceso de recolección de esta información se encontró que existe una deficiencia en cuanto al conocimiento sobre la documentación requerida y la disponibilidad de la misma.

En total fueron recopilados y procesados 453 documentos los cuales son:

Tabla 1 - Información documental recopilada y procesada

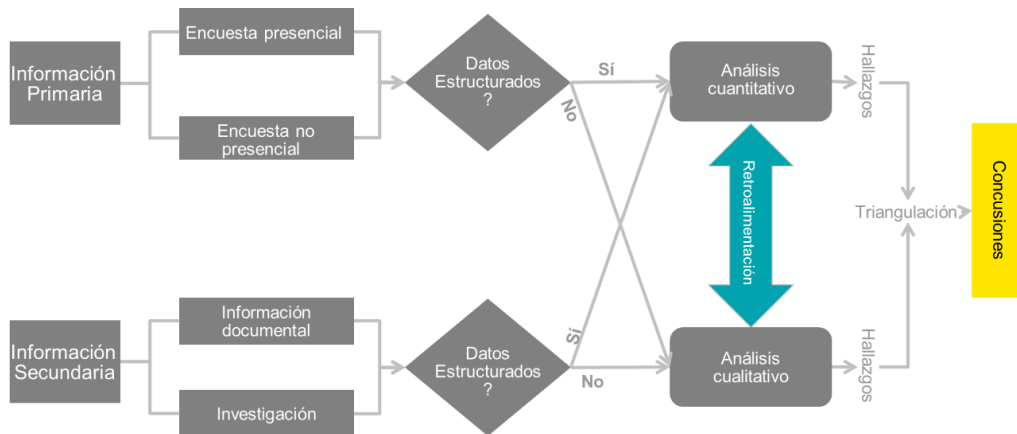
Documento	Procesados
Contrato AOM	28
Factura	63
Acuerdo municipal	57
Contrato facturación y recaudo	41
Contrato suministro	45
Formato de observaciones in-situ	67
Plan de manejo ambiental	14
Base de datos PQRs	23
Informes inspecciones	19
Plan anual de AP	30
Grabación entrevista	66
Total	453

Fuente: Elaboración propia

Los primeros seis documentos fueron procesados de manera estructurada, levantando variables categóricas y variables continuas, y los restantes fueron tratados como información cualitativa, siendo codificados en el software Atlas.ti.

Se integró la información recolectada en las diferentes encuestas, en los documentos entregados y en las observaciones *in situ*. Se tomó la información que se puede estructurar de manera cuantificable de estas fuentes y se utilizó como insumo en el análisis cuantitativo. La información que no se puede estructurar se analizó con métodos cualitativos de codificación de documentos en Atlas.ti. Una vez se determinaron los principales hallazgos de cada tipo de análisis, estos se integraron para llegar a conclusiones finales. El proceso general de análisis se ilustra en la gráfica 2.

Gráfica 2 – Procesamiento de datos



Fuente: Elaboración propia

Para efectos de análisis, se agruparon los municipios de la muestra de acuerdo a dos conceptos: entorno de desarrollo y región geográfica. Esta evaluación no tiene que ver con estudios de subsidios ni contribuciones, por lo tanto, la clasificación de los municipios de acuerdo a las seis categorías municipales se utiliza exclusivamente en la identificación y caracterización de los sujetos pasivos del impuesto de alumbrado público realizada a partir de los acuerdos municipales entregados por los municipios. En cuanto a las regiones, se clasifican los municipios de acuerdo a su ubicación geográfica en las seis regiones definidas por el Sistema General de Regalías: Caribe, Centro-Oriente y Bogotá, Eje Cafetero y Antioquia, Pacífico, Llanos y Centro-Sur-Amazonía.

Se llevaron a cabo diferentes tipos de análisis cuantitativos, cuyos resultados se resumen en el presente documento y se detallan en el informe de resultados. Primero se generaron estadísticas descriptivas para caracterizar los diferentes aspectos de la prestación del servicio en el país. También se realizó un análisis de factores de productividad mediante un modelo Cobb-Douglas para analizar la calidad de la prestación del servicio con relación a los costos del mismo. Luego se calcularon tres medidas distintas de aproximación a la cobertura del servicio de alumbrado público en el país. Por último, se realizaron pruebas-t para identificar diferencias promedio entre grupos que llevan a cabo y no llevan a cabo ciertas prácticas. Se utilizaron estas pruebas para identificar buenas y malas prácticas y sus resultados se complementaron con pruebas Kolmogorov-Smirnov y con regresiones de la agregación de diferentes prácticas.

Adicionalmente, se ejecutó un análisis cualitativo de codificación de documentos usando Atlas.ti. Se tomaron los documentos y las entrevistas de los municipios de la muestra teórica y se aplicaron códigos para identificar instancias relacionadas con los diferentes procesos del alumbrado público, con barreras en la prestación del servicio y con las preguntas orientadoras de la evaluación de operaciones del alumbrado. Luego se analizaron los códigos resultantes usando tablas de co-ocurrencia para observar patrones y tendencias en los documentos. También se revisaron las instancias de texto usando filtros de información para integrar el análisis cualitativo al cuantitativo.

3. Evaluación de operaciones

La operación del servicio de alumbrado público se puede dividir en cinco procesos principales. Dichos procesos son el eje de esta evaluación, por lo cual los análisis se realizan en función de estos. Estos son:

- Inversión, Administración, Operación y Mantenimiento del servicio de Alumbrado Público.
- Gestión del suministro y pago de energía eléctrica.
- Gestión financiera del alumbrado público.
- Gestión ambiental.
- Esquemas de control, inspección y vigilancia.

El análisis realizado tiene cuatro partes. La primera es la descripción de la operación actual a partir de la información levantada, tanto de las encuestas realizadas a los municipios como de la información documental procesada. En segundo lugar, se analiza la calidad y cobertura del servicio de alumbrado público, al ser las dos variables de resultado más importantes del servicio. Posteriormente se identifican prácticas en la operación del mismo, las cuales son evaluadas para determinar si son buenas o malas. Por último, se hace un análisis de las experiencias internacionales, las cuales van a ser insumos para las recomendaciones del siguiente producto.

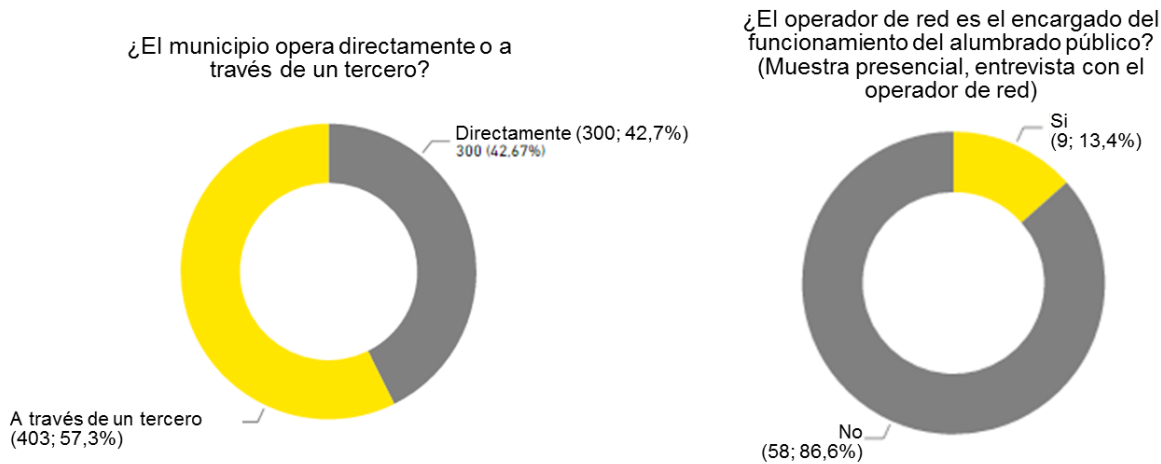
Descripción de la operación actual de la política de Alumbrado Público

En primer lugar, se realiza una descripción de la operación actual de la política de alumbrado público con la información que se recogió durante la etapa de recolección, a partir de los diferentes instrumentos aplicados y la información documental entregada por los municipios de la muestra presencial. Esta caracterización, se realizó con base en los 5 procesos involucrados en la operación del alumbrado público, y con el objetivo de dar respuesta a las preguntas orientadoras.

Inversión, Administración, Operación y Mantenimiento

En cuanto a la operación del alumbrado público, al consolidar los datos de la encuesta telefónica y presencial, el 57,3% de los municipios encuestados operan indirectamente, mientras que el otro 42,67% lo hace directamente, como se observa en la Gráfica 3. Además, se encuentra que entre los municipios de la muestra teórica que operan a través de un tercero, de acuerdo a la respuesta del municipio, en el 93,3% de los casos lo hace el operador de red. Sin embargo, al realizar la misma pregunta a los operadores de red de la muestra de municipios visitados presencialmente, se identificó que solo en el 23,3% de estos municipios el operador de red es el encargado de la inversión y AOM del alumbrado público. Por lo tanto, se evidencia una incongruencia entre los datos suministrados por el municipio y por el operador de red. En el resto de la evaluación se utilizan los datos suministrados por el OR dado que este tiene un mejor entendimiento del sector de energía eléctrica y de la definición de un operador de red.

Gráfica 3 – Figuras generales de Inversión, Administración, Operación y Mantenimiento



Fuente: Elaboración propia, encuesta al funcionario encargado del alumbrado público y al operador de red

En cuanto al proceso de contratación de la operación del alumbrado público, de los municipios de la muestra presencial que operan indirectamente, la mayoría lo realizaron a través de una licitación pública (66,7%), sin embargo, algunos de estos municipios (23,3%) lo hicieron por relación de confianza o asignación directa, mientras que el 10% optó por otro tipo de contratación. Como resultado de estos procesos de contratación, el 49,38% de los municipios firmaron convenios y el 37,72% entregó las operaciones de inversión y AOM a una concesión. De las empresas contratadas para estas actividades, en los municipios de la muestra presencial, el 52% de estas son privadas, el 12% son públicas y el 36% son empresas mixtas. Además, el 40% son ESP, mientras que el 60% no lo son.

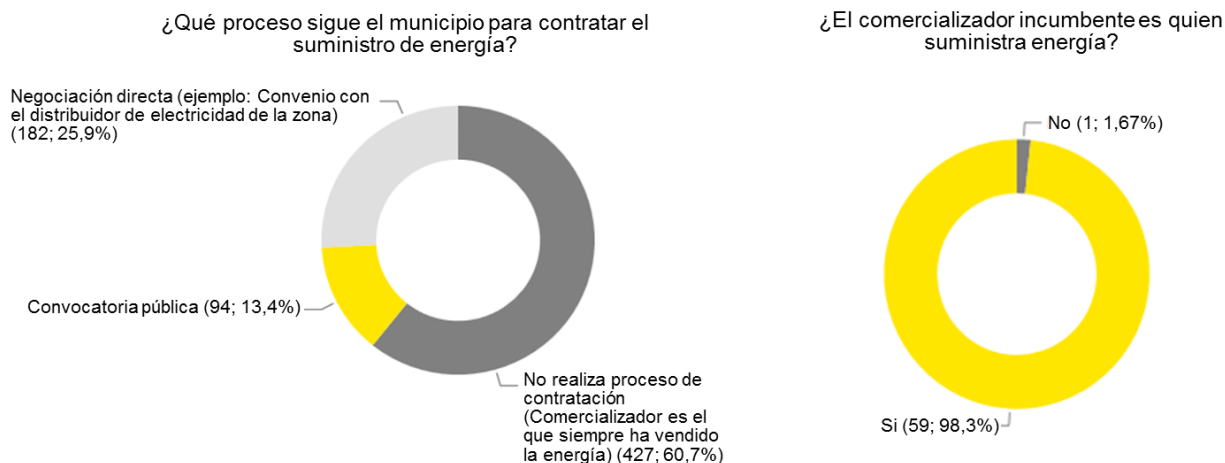
Por otra parte, en referencia a los municipios que operan directamente, estos deben celebrar contratos para la ejecución de actividades específicas para la operación del alumbrado público. En estos casos, la licitación y la asignación directa o por relación de confianza son, también, los procesos de contratación más utilizados por los municipios, en el 42,5% y el 17,5% de los casos respectivamente. La proporción de municipios que contratan el servicio por asignación directa indica que existen instancias en las que no se lleva a cabo un proceso competitivo.

Entre los municipios que operan directamente, el 51,7% de los municipios, en estos procesos de contratación se definen contratos por prestación de servicios y en el 32% los municipios definen contratos de obra. En referencia a la remuneración de los contratos de AOM solo el 21% aplica explícitamente la metodología definida por la Resolución CREG 123 de 2011, mientras que los mecanismos más frecuentes son la remuneración a partir de la totalidad del recaudo del impuesto del alumbrado público y la remuneración a partir de la proyección del flujo de caja del contrato. De la infraestructura del alumbrado público, en los 67 municipios visitados, se encontró que el 100% de los municipios de las muestras presencial y telefónica tienen infraestructura compartida con la red de distribución. Se analizaron las tecnologías de las luminarias de la muestra presencial y se encontró que la tecnología de sodio, cuya eficiencia energética es mayor a la del mercurio, pero menor a la de LED, es la más común.

Suministro de energía

En cuanto al suministro de la energía para el alumbrado público, se identificó que el 60,7% de los municipios encuestados no realiza un proceso de contratación para este servicio. En la muestra teórica, el 98,3% de los municipios contratan el suministro de energía con el comercializador incumbente² (ver Gráfica 4). Abordando el aspecto financiero, se evaluó información sobre las tarifas de la energía en las facturas entregadas por los municipios de la muestra presencial, encontrando que en promedio los municipios pagan \$434,3/kWh, lo cual comparado con las tarifas para el sector oficial reportadas por los comercializadores de energía al Sistema Único de Información (SUI) de la SSPD no presenta diferencias estadísticamente significativas. Sin embargo, se observó que un 9,8% de los municipios pagan tarifas de suministro de energía más altas a la tarifa del mercado regulado definida en SUI. Por otra parte, solo en 13 de los 67 municipios encuestados usan el registro de medidores como método de cálculo del consumo, mientras que la metodología más utilizada es el aforo del consumo de energía. Asimismo, al analizar los contratos de suministro de energía se identificó que solo en 9 de estos, se define como metodología de estimación del cobro por energía, la establecida en la Resolución CREG 123 de 2011, encontrando que la más frecuente es el cálculo a partir de la carga instalada.

Gráfica 4 – Figuras generales de suministro de energía



Fuente: Elaboración propia, encuesta al funcionario encargado del alumbrado público

Gestión financiera de Alumbrado Público

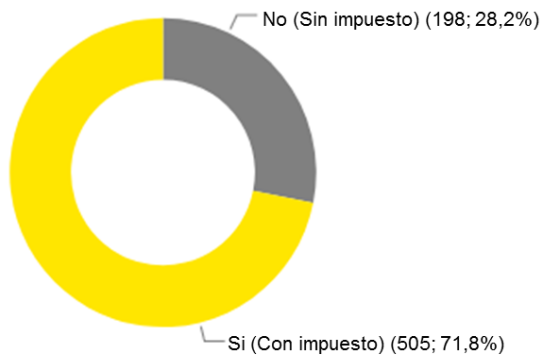
Como se evidencia en la Gráfica 5, la mayoría de los territorios del país cobran un impuesto de alumbrado público, en el 71,8% de los municipios entrevistados (incluye 67 municipios de la muestra teórica y 636 municipios de encuestas no presenciales), el Consejo Municipal ha definido el cobro de este tributo. En referencia a la muestra de los 67 municipios visitados, a partir del análisis de los acuerdos municipales en los que se define este impuesto, se identificó que los sujetos pasivos más comunes son

² El término "comercializador incumbente" se refiere al "comercializador que atiende el mayor número de usuarios subsidiados en un mercado de comercialización" (Decreto 847 de 2001 de MinMinas).

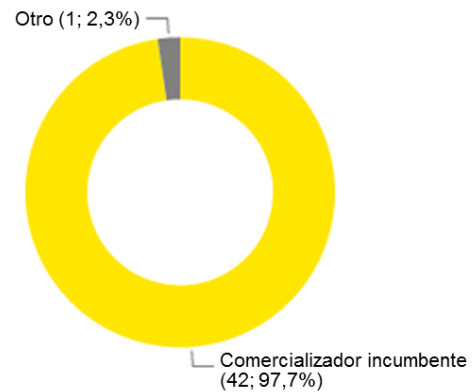
los sectores residencial, industrial, comercial y oficial. Sin embargo, en algunos casos se definen sujetos especiales como la infraestructura y los autogeneradores. Así, en general se definen 6 clases de sujetos pasivos del impuesto de alumbrado público en los acuerdos municipales. De acuerdo a la definición de estos sujetos pasivos, se establece la base gravable del impuesto, encontrando que el valor del consumo de energía eléctrica es la más común para los 4 principales. La facturación y el recaudo del impuesto en los municipios de la muestra presencial, está a cargo del comercializador incumbente en el 97,7% de los casos, lo que implica que solo en 1 municipio este agente no es el encargado del manejo del recurso del impuesto. Según los contratos de facturación y recaudo, solo en el 14% de los municipios se realizan la remuneración del recaudo según la Resolución CREG 122, siendo la metodología menos aplicada, mientras que la más utilizada es la definición de un valor fijo por factura que emite el ente recaudador.

Gráfica 5 – Figuras generales de gestión financiera

¿El Concejo Municipal ha definido un impuesto para de alumbrado público?



Tipo de recaudador del impuesto de AP



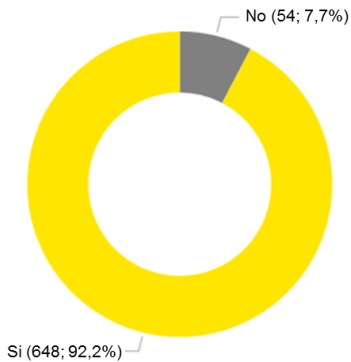
Fuente: Elaboración propia, encuesta al funcionario encargado del alumbrado público

Vigilancia y Control

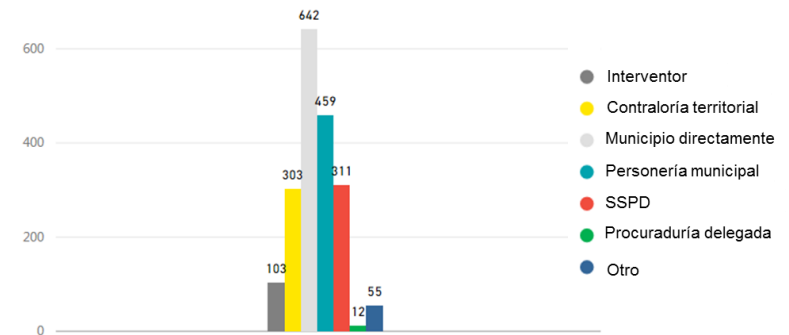
En cuanto al proceso de vigilancia y control, el 92% de los municipios cuentan con algún canal de recepción de PQRs de los usuarios y contribuyentes (ver Gráfica 6), siendo la oficina del municipio y la radicación de cartas al municipio los canales más comunes. En referencia a los esquemas de vigilancia del servicio de alumbrado público, los más utilizados por los municipios encuestados, son la supervisión directa del municipio y la personería municipal. Los menos comunes, son la procuraduría delegada y un interventor. Solo 103 de los 703 municipios encuestados contratan una interventoría para el alumbrado público. 311 municipios indicaron que la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios tiene un rol de vigilancia y control. En estos casos la superintendencia solo supervisa la prestación del servicio de suministro de energía eléctrica al alumbrado; no supervisa el alumbrado público en sí, dado que este es un servicio público, pero no es domiciliario.

Gráfica 6 – Figuras generales de vigilancia y control

¿Existe un canal de PQRs para los usuarios y contribuyentes?



Entidades que vigilan o supervisan la prestación del servicio



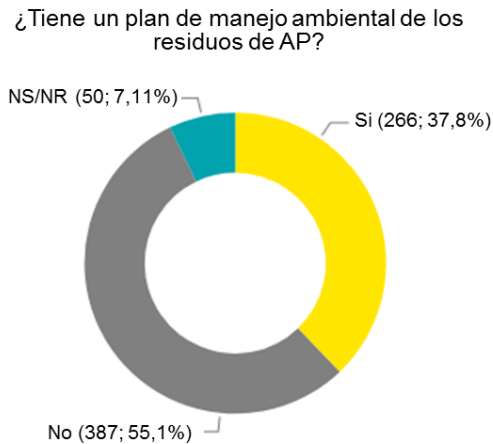
Fuente: Encuesta al funcionario responsable del Alumbrado Público

Fuente: Elaboración propia, encuesta al funcionario encargado del alumbrado público

Gestión ambiental de los residuos de Alumbrado Público

Más de la mitad de los municipios encuestados (55,1%) no cuentan con un plan de manejo ambiental en el que se defina la disposición de los residuos del alumbrado público. En la mayoría de los casos el operador del alumbrado público o el municipio directamente es el encargado de gestionar estos residuos. En la Ley 1672 de 2013 se regula la gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), incluyendo los balastos y las luminarias del alumbrado público. La ley determina que los productores son los responsables de la gestión de los RAEE; sin embargo, hasta la fecha no se ha emitido una política pública ambiental que regule la gestión de estos residuos. Por lo tanto, solo en 20 municipios de los 703 municipios encuestados el encargado de los residuos es el fabricante de las luminarias (Ver Gráfica 7).

Gráfica 7 – Figuras generales de gestión ambiental de los residuos



Fuente: Elaboración propia, encuesta al funcionario encargado del alumbrado público

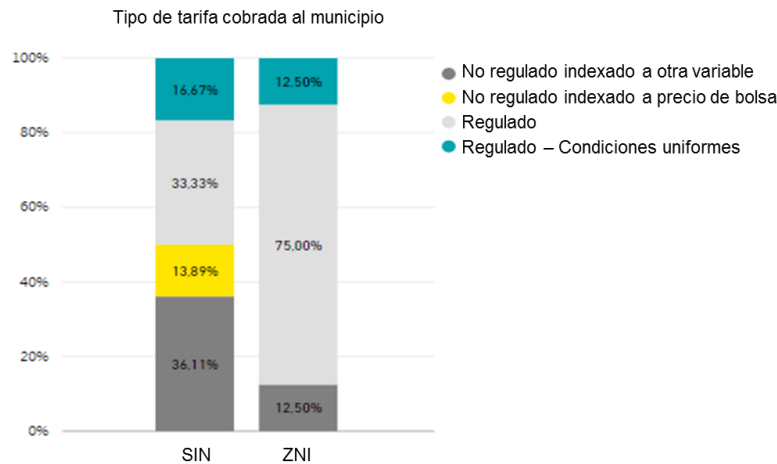
Funcionamiento en Zonas No Interconectadas

En cuanto al funcionamiento del alumbrado público entre las Zonas No Interconectadas y los municipios del Sistema Interconectado Nacional, una de las principales diferencias que se identificaron fueron las tarifas de la energía. En promedio, la tarifa cobrada en los municipios ZNI es de \$604,2/kWh, mientras que los municipios dentro del SIN tienen una tarifa promedio de \$402,8/kWh³. Esto está relacionado con que en el 75% de los contratos de municipios ZNI se definen tarifas en el mercado regulado, mientras que en los municipios SIN solo en el 33% de los casos se hace así. En términos del impuesto, una menor proporción de los municipios de la Zona No Interconectada definen un impuesto de alumbrado público, solo el 55,17% de estos municipios lo hace. Adicionalmente, en cuanto a la suficiencia de este impuesto, se encontró que la tasa de suficiencia en las Zonas No Interconectadas es menor que en los municipios del sistema interconectado. Asimismo, en los municipios ZNI se identificaron más incumplimientos contractuales, incumplimientos normativos así y deficiencias⁴, que los que se encontraron en los municipios del Sistema Interconectado Nacional (Ver Gráfica 8).

³ Esta medida solo incluye a los municipios SIN. La medida de \$434,3/kWh a nivel nacional que se mencionó anteriormente incluye tanto municipios SIN como municipios ZNI.

⁴ Se consideran deficiencias las fallas identificadas por los documentos del análisis cualitativo por tener un efecto negativo en la prestación del servicio de alumbrado público. A diferencia de los incumplimientos, las deficiencias no representan una desviación de alguna norma, deber contractual o deber de pago.

Gráfica 8 – Figuras generales de zonas no interconectadas



Fuente: Elaboración propia, encuesta al funcionario encargado del alumbrado público

Eficacia y eficiencia en la prestación del servicio

Además de la descripción de la operación del alumbrado público, se llevaron a cabo dos tipos de análisis de la eficacia y eficiencia de la prestación del servicio. El primer tipo de análisis busca entender la relación entre la calidad del servicio y los gastos en alumbrado público. El análisis utiliza los gastos en alumbrado, la iluminancia promedio y el número de luminarias en cada municipio de la muestra presencial para medir la eficacia del uso de costos mediante el factor total de productividad de cada municipio. El análisis llega a la conclusión que los municipios en los entornos más desarrollados reciben una mayor calidad en comparación con sus gastos dado que se calcula que su Factor Total de Productividad de calidad relativa a costos es 86% mayor que el del entorno temprano y 55% mayor que el del entorno intermedio. También se encontró que los dos tipos de costos que tienen la relación más significativa con la calidad, son el suministro de energía y la interventoría, dado que se encuentra que sus coeficientes de productividad en un modelo Cobb-Douglas son significativos con un nivel de confianza del 99% y 95%, respectivamente. Se detalla el modelo Cobb-Douglas y el cálculo del factor total de productividad en el informe de resultados de la evaluación.

El segundo análisis que se llevó a cabo fue una aproximación de la cobertura del alumbrado público en cada municipio de las muestras presencial y telefónica⁵. Dado que no se cuenta con una medida establecida de la cobertura del alumbrado público, el informe de resultados utiliza tres medidas de aproximación de la cobertura: luminarias por cada mil habitantes urbanos y número de luminarias por km² en la cabecera municipal y luminarias por usuario de energía eléctrica. Se complementan las debilidades y fortalezas de las dos medidas para llegar a conclusiones generales de la cobertura en Colombia. Las medidas de aproximación de cobertura a nivel nacional son 82 luminarias por cada 1000 habitantes urbanos, 905 luminarias por km² y 236 luminarias por cada 1000 usuarios de energía eléctrica.

⁵ Ciertos municipios de la muestra telefónica no tenían datos para el número de luminarias en el municipio. Por lo tanto, estos municipios se excluyen de este análisis.

Se encuentra que las tres medidas son más altas para los municipios en los entornos en el entorno de desarrollo robusto (con un promedio de 178 luminarias por cada 1000 habitantes urbanos, 1567 luminarias por km² y 400 luminarias por cada 1000 usuarios de energía) y que existen disparidades significativas en los niveles de cobertura de los diferentes municipios del país.

Buenas y malas prácticas en la prestación del servicio

Para identificar las buenas y malas prácticas en la prestación del alumbrado público en los distintos municipios del país, se estableció una lista de prácticas a evaluar para determinar si tienen una relación significativa con un mejor o peor desempeño en el alumbrado. Se analiza cada una de las prácticas contra varias variables de resultado que miden dicho desempeño. Se ejecutaron 468 pruebas de diferencias de promedios para identificar cuáles prácticas tienen diferencias significativas en varios aspectos del alumbrado. A continuación, se presentan los hallazgos principales de las pruebas:

- En términos generales se encontró que operar directamente tiene una relación neutral con el desempeño de inversión y AOM del alumbrado del municipio. Sin embargo, también se encontró que los municipios que operan directamente tienen tarifas de suministro de energía más altas, tienen un mayor consumo energético por habitante y sus funcionarios son más propensos a considerar que el cobro de energía no coincide con el consumo real.
- Operar a través de un operador de red se asocia con menores niveles de inversión total, pero con mayores niveles de inversión específicamente en expansión. También se asocia con una tarifa de energía más alta, con una mayor potencia instalada por luminaria y con una mayor propensión a recibir compensaciones por irregularidades en el suministro.
- Llevar a cabo un proceso de licitación pública para seleccionar al operador del servicio de alumbrado público se asocia con mayores niveles de inversión y mayores niveles de iluminancia y menores costos por luminaria.
- Definir un plan anual para la prestación del servicio se asocia con una mayor cobertura, mayor iluminancia y un menor número de fallas de luminarias.
- Se encontró que tener un interventor se asocia con mayores niveles de inversión, una mayor cobertura y una mayor iluminancia. En cuanto al suministro de energía, se observó que los municipios que cuentan con una interventoría tienen una mayor proporción de funcionarios que consideran que el cobro de energía corresponde con el consumo real. También se encontró que los municipios en entornos de desarrollo mayores tienen informes de interventoría de mayor calidad. Se define esta calidad de acuerdo con el número de hallazgos y observaciones que se identificaron y codificaron en el informe durante el análisis cualitativo de los documentos.
- También se observaron los efectos de gestionar los activos de alumbrado mediante un sistema de información o conteos periódicos. Se observó que los municipios que gestionan sus activos tienen una iluminancia mayor, una potencia instalada por luminaria mayor y una tasa de insatisfacción por estado de la infraestructura menor.
- En cuanto al manejo del recurso financiero, se encontró que estadísticamente los municipios que no han definido un impuesto de alumbrado público tienen una mayor propensión a tener recursos insuficientes para la prestación del servicio que los municipios que sí han definido un impuesto. Por otro lado, se observó que los municipios que establecen un esquema de tarifas variables con topes, tienen una mayor incidencia de deuda que otros municipios. Además, se tiene una tasa

de recaudo efectiva más alta en los municipios con agentes recaudadores y los que usan mecanismos para evitar la evasión fiscal.

Experiencias Internacionales

Con el objetivo de definir prácticas líderes en la operación de alumbrado público que puedan ser aplicables al caso colombiano, se evaluaron casos internacionales en cada uno de los procesos abordados: Inversión y AOM, Infraestructura de Alumbrado Público, Suministro de Energía, Gestión Financiera, Vigilancia y Control y Gestión Ambiental. Con el fin de tener varios referentes, se revisó información sobre experiencias en la prestación del servicio en diferentes contextos. La información tomada para analizar las referencias internacionales proviene de fuentes secundarias, como informes o estudios de los gobiernos nacionales o locales de cada país, o estudios provenientes de entidades multilaterales. En particular, se toman referencias del Banco Mundial, ya que esta entidad ha realizado estudios en varios países para identificar las prácticas líderes en la prestación del servicio.

Para tener información sobre experiencias en la prestación del servicio en diferentes contextos, se tomaron referencias de países de Europa, Latinoamérica y Norteamérica. Para cada uno de los procesos, se destacan las prácticas que ciertos países aplican y han sido reconocidas como líderes en su contexto.

Para los países latinoamericanos, se referenciaron prácticas de México, Perú y Brasil. Se hace un énfasis en el caso mexicano, ya que el diseño de un Plan Nacional para el Alumbrado Público en eficiencia energética y la definición de un marco normativo concerniente a temas técnicos y legales en el sector, hacen de México un referente en la prestación del servicio de alumbrado público. El caso de Perú se considera relevante dado que la regulación de este país determina que el servicio del alumbrado público es responsabilidad de las empresas distribuidoras de energía, lo que constituye una diferencia fundamental en comparación con el caso colombiano. Por su parte, Brasil se considera relevante teniendo en cuenta la definición de un tributo destinado al servicio de alumbrado público el cual es definido como una contribución, y que al igual que en Colombia, los municipios son libres de decidir las tasas de contribución y las bases gravables.

Para los países europeos, se referenciaron prácticas generales de la Unión Europea y Reino Unido. Se hace énfasis en el caso del Reino Unido, ya que existen diversos regímenes y modelos para la prestación del servicio de alumbrado público como existe en Colombia. Adicionalmente, cuenta con un marco definido a nivel de alumbrado público que incluye normatividad técnica y legal, contratos modelo y un kit de herramientas y documentación que las autoridades locales pueden utilizar para garantizar el cumplimiento normativo y llevar a cabo procesos de contratación y operación eficientes.

Para Norteamérica se referencian las ciudades de Los Ángeles (California) y Nueva York (Nueva York). La ciudad de Los Ángeles se caracteriza por haber realizado el proyecto de modernización más grande que se ha hecho en el mundo. Con una duración estimada de 5 años, 140.000 luminarias de sodio fueron sustituidas por luces de tecnología LED, generando ahorros significativos en el consumo de energía (ESMAP, 2011). Así mismo, la ciudad de Nueva York se ha posicionado también como uno de los líderes en usar iluminación urbana sostenible realizando el cambio a tecnologías LED.

En términos de la operación del servicio, dentro de las conclusiones realizadas por el Banco Mundial, se encuentra que la operación de este servicio depende no solo del país, sino de ciertas condiciones de las ciudades o municipios como el área, el tamaño del parque de luminarias y las capacidades de manejar recursos financieros. Por ejemplo, como resultado de un estudio del alumbrado público en Brasil, se planteó una clasificación de municipios y unos posibles modelos de operación y financiación recomendados para cada tipo de municipio⁶. Esta clasificación, tuvo en cuenta, en un principio, características como el tamaño y el nivel de desarrollo, y luego de agruparlos por estos atributos, se realizó una clasificación cualitativa de acuerdo a dos características: tamaño del parque de luminarias del alumbrado público y capacidad de la gestión fiscal, teniendo en cuenta la administración de la contribución para el alumbrado público (World Bank, 2016). Cabe resaltar que, en Brasil, los municipios son entidades territoriales y divisiones político administrativas autónomas, con un total de 5.570 en todo el país.

En cuanto al impuesto de alumbrado público, se identificaron diferentes esquemas de cobro de este tributo, que en otros países se cobra como una contribución o un derecho. Una de las recomendaciones del Banco Mundial en este tema es que los municipios deben establecer normativas locales que garanticen el reajuste del impuesto y en los que se defina claramente la destinación de los recursos recaudados. Adicionalmente, la definición de mecanismos de vigilancia y control son fundamentales, tanto para la supervisión del manejo del impuesto como para las actividades generales de la operación del alumbrado público. En referencia al manejo ambiental, existen lineamientos internacionales para la gestión de los residuos, que pueden ser aplicados, con el fin de garantizar la correcta disposición de los residuos peligrosos o tóxicos que se generan en la operación del alumbrado público.

4. Conclusiones

En términos generales se concluye que la forma como operan los procesos de alumbrado público difieren de manera significativa entre los municipios del país. En este sentido, no hay una manera genérica de caracterizarlos, dado que existen combinaciones singulares de la forma en que estos prestan el servicio de alumbrado público desde los puntos de vista contractual, técnico y operativo. A su vez, estas diferencias encontradas responden en parte a las distintas condiciones financieras, institucionales y socioeconómicas de los municipios.

Teniendo en cuenta dichas diferencias se concluye que, salvo excepciones puntuales, no hay prácticas buenas o malas que apliquen a la totalidad de los municipios. En términos generales, se encontró que las prácticas identificadas no tienen relación con la totalidad de los resultados esperados, o tienen relación al evaluarlas bajo ciertos contextos como lo es el entorno de desarrollo. En consecuencia, al momento de evaluar la aplicación de una práctica, es necesario revisar el contexto y objetivos del municipio para poder determinar si esta tendrá los resultados esperados.

Al igual que la operación del alumbrado público, se encontró que los principales resultados de la política, cobertura y calidad del servicio, difieren de acuerdo al entorno de desarrollo de los municipios y dentro

⁶ Esta clasificación se presenta en detalle en la sección 2.4.1 del informe, en la explicación de las tablas 31 y 32.

de las regiones del país. Los municipios en entornos más desarrollados reciben una mayor calidad del servicio de alumbrado público dados sus costos, en comparación con los municipios en entornos menos desarrollados. La relación entre calidad y costo también varía según la región en la que se encuentre ubicado el municipio. Los dos tipos de costos que tienen la relación más significativa con la calidad son el suministro de energía y la interventoría. De igual manera, a medida que el entorno de desarrollo es más avanzado, la cobertura del servicio es relativamente más alta. El promedio de los indicadores de cobertura entre los municipios es mucho mayor a la medida a nivel nacional⁷, lo que indica una desigualdad en la distribución de las medidas en el país.

Por otra parte, también se concluye que los municipios no tienen un conocimiento extensivo de la operación de los procesos de alumbrado público. Esto pudo ser constatado al contrastar las respuestas dadas en las encuestas y entrevistas, con información documental entregada por ellos mismos, en donde se encontraron diferencias entre las respuestas del municipio y lo encontrado en los documentos. De la misma manera, en las encuestas realizadas a los municipios, se encontró una concurrencia relevante de respuestas en donde el funcionario no tiene conocimiento sobre el tema que se estaba preguntando. Por otro lado, se puede concluir que en algunos municipios del país no existe un conocimiento amplio de las normas y regulaciones del alumbrado público y es posible que no se esté dando aplicación a la normatividad vigente. El desconocimiento es más pronunciado en los municipios en un entorno menos desarrollado.

Bibliografía

Afanador, E. (2009). *Estudio Sobre Alumbrado Público ASOCODIS Y ANDESCO*.

Afanador, E. (2010). *Estudio Sobre Alumbrado Público ASOCODIS - ANDESCO*.

Artés, D. (18 de Marzo de 2012). *Diario motor*. Recuperado el 22 de Mayo de 2015, de <http://www.diariomotor.com/tecmovia/2012/03/18/la-energia-no-se-crea-ni-se-destruye/>

Asociación Nacional de Empresas Generadoras - ANDEG. (2013). *Arquitectura de mercado y formación de precio en mercados eléctricos*.

Buitrago Díaz, E. (2016). *La Crisis de los Impuestos Locales: El Caso del ICA, alumbrado público y estampillas*. Bogotá: Editorial Universidad del Rosario.

Bureau of Street Lighting . (2013). *Changing our Glow for Efficiency*. Los Angeles.

Bureau of Street Lighting. (2007). *Design Standards and Guidelines*. Los Angeles.

⁷ El promedio de todos los municipios y la medida a nivel nacional son valores diferentes. A manera de ejemplo, en un país con municipios con números de luminarias a, b y c y números de habitantes urbanos d, e y f: $\frac{a+b+c}{d+e+f} \neq \left(\frac{a}{d} + \frac{b}{e} + \frac{c}{f}\right) * \frac{1}{3}$. Se observa una mayor diferencia entre la medida a nivel nacional y la medida promedio a medida que la distribución de municipios se vuelve menos uniforme.

Bureau of Street Lighting. (s.f.). *Let us Light your way*. Los Angeles.

CAISO. (2014). *CONTINUING DISCLOSURE ANNUAL REPORT OF THE CALIFORNIA INDEPENDENT SYSTEM OPERATOR CORPORATION FOR THE FISCAL YEAR ENDED DECEMBER 31, 2014*. CAISO.

Clinton Climate Initiative. (2011). *City of Los Angeles LED Street Lighting Case Study*. Los Angeles.

Companhia Paranaense de Energia. (2012). *MANUAL DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA*. Brasil.

Conuee. (2010). *Manual Operativo*. México.

Conuee. (2010). *Proyecto Nacional de Eficiencia Energética en Alumbrado Público Municipal*. México.

Conuee. (2016). *Proyecto Nacional de Eficiencia Energética en Alumbrado Público Municipal: Balance 2010-2016*. México.

Decreto 2424 de 2006. (2006). *Ministerio de Minas y Energía*.

Decreto 4741 de 2005. (2005). *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*.

Decreto LEY No. 25844. (noviembre 19 de 1992). *Ley de Concesiones Eléctricas*. Perú.

Decreto Supremo No 009-93-EM. (febrero 25 de 1993). *Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas*. Perú.

EMIS. (Mayo de 2017). *EMIS*. Obtenido de <https://www.emis.com/php/dashboard?>

Environmental Protection Agency: Green Lights Program. (1998). *Lighting Waste Disposal*. United States.

ESMAP. (2011). *GOOD PRACTICES IN CITY ENERGY EFFICIENCY: Los Angeles, USA- Light Emitting Diode (LED) Street Lighting Retrofit*. Los Angeles.

ESMAP. (2016). *Lease-to-Own Delivery Model in Guadalajara, Mexico Case Study #5*. En E. S. Program, *Proven Delivery Models for LED Public Lighting*. Washington.

ESMAP. (2016). *Proven Delivery Models for LED Public Lighting*. Washington.

ESMAP. (2016). *Public-Private Partnership Delivery Model: Birmingham, United Kingdom, Case Study #4*. En E. S. Program, *Proven Delivery Models for LED Public Lighting*. Washington.

European Commission - DG-Environment. (2011). *EU GPP Criteria for Street Lighting & Traffic Signals*.

European Commission - DG-Environment. (2011). *Green Public Procurement GPP: Street Lighting and Traffic Lights Technical Background Report*. Brussel.

FitchRatings. (2014). *Proyectos de Modernización del Sistema de Alumbrado Público*. México.

- Gaviria Fajardo, R. (2007). *El SOAT: una mirada al futuro del ramo*.
- Ley 84 de 1915, *Por la cual se reforman y adicionan la Leyes 4 y 97 de 1913*. (24 de noviembre de noviembre 30 de 1915). Bogotá.
- Ley 97 de 1913, que da autorizaciones especiales a ciertos Consejos Municipales. (noviembre 24 de 1913). Bogotá.
- Ministerio de Energía y Minas Dirección General de Electricidad. (2002). *Norma Técnica DGE "Alumbrado de Vías Públicas en Zonas de Concesión de Distribución"*.
- New York City Department of Transportation . (2017). *New York City Department of Transportation . Obtenido de Infraestructure: Street Lights: <http://www.nyc.gov/html/dot/html/infrastructure/streetlights.shtml>*
- New York City Department of Transportation. (2009). *Green Light: Sustainable Street Lighting for NYC*. New York.
- New York City Department of Transportation. (2015). *Street Design Manual*. New York.
- New York City Department of Transportation. (2016). *Strategic Plan 2016*. New York.
- New York State Energy Research and Development Authority. (2015). *Street Lighting in New York State: Opportunities and Challenges*. New York.
- NOM-013-ENER-2013. (2013). *Eficiencia energética para sistemas de alumbrado público en vialidades*. México.
- NOM-031-ENER-2012. (2012). *Eficiencia energética para luminarios con diodos emisores de luz (leds) destinados a vialidades y áreas exteriores públicas. Especificaciones y métodos de prueba*.
- NYC Global Partners. (2011). *Best Practice: LED Street Lighting System*. Los Angeles.
- Osinermin. (2013). Avances Tecnológicos en el Alumbrado Público. *Foro Regional Eficiencia y Nuevas Tecnologías en los Sistemas Eléctricos para la Región Ica. . Ica*.
- PJM. (2015). *Reliability Pricing Model*. PJM.
- Procedimiento de Supervisión de la Operatividad del Servicio de Alumbrado Público*. (2007).
- Quiñones Cruz Ltda. . (2010). *Estudio sobre la financiación del servicio de alumbrado público en Colombia*. Bogotá.
- Resolución 1511 de 2010. (2010). *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible .*
- Resolución CREG 122 de 2011. (septiembre 8 de 2011). *CREG*.

Resolución CREG 123 de 2011. (septiembre 8 de 2011). *CREG*.

Salvatierra, R. (2009). *Los Contratos de Concesión en el Sector Eléctrico*.

Scottish Futures Trust. (2013). *Street Lighting Toolkit 2013*. Edinburgh.

SilverSpring Networks . (s.f.). *Smart City Case Study*. Chicago.

Texas Commission on Environmental Quality: Waste Permits Division. (2016). *Universal-Waste Regulations for Hazardous Lamps and Mercury-Containing Equipment in Texas*. Austin.

Transporte, M. d. (2006). *Sistema Electrónico de Contratación Pública*. Recuperado el 09 de 11 de 2015, de <https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=06-1-6169>

UK Lighting Board. (2010). *Street Lighting Energy: The lighting* . London.

UK Roads Liaison Group. (2016). *Well-Managed Highway Infrastructure: A Code of Practice*. London .

UK Roads Liaison Group, UK Lighting Board. (2004). *Well-lit Highways: Code of Practice for Highway Lighting Management*. London.

World Bank Group. (2016). *Lighting Brazilian Cities: Business Models for Energy Efficient Public Street Lighting* . *Forum on Business Models for Energy Efficient Street Lighting* . Sao Paulo.