



**Escuela de Graduados**

**TRABAJO FINAL PARA OPTAR POR EL TITULO DE:  
MAESTRIA EN GERENCIA Y PRODUCTIVIDAD**

**Título:**

**Sistema de telegestión en el alumbrado público de avenidas.**

**Sustentado por:**

**Nombre:**

**Matrícula:**

**Edwin Rafael Gómez Roa**

**2015-2487**

**Asesor (a)**

**Sención Raquel Zorob Ávila**

**Santo Domingo, D.N.**

**Julio, 2017**

## **AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS**

### **Agradecimientos**

Primeramente, agradezco a Dios por darme fuerzas y haberme iluminado el camino durante el transcurso de esta maestría.

Agradezco de manera muy especial a mi asesora Dr. Sención R. Yvelice Zorob, por su empeño y dedicación para hacer posible la culminación de este trabajo, como también a mis compañeros y amigos de maestría: Carlos Manuel Sánchez, Sergio Iván Ramírez, Bader Taveras, Nathaly Gómez, Hilario Montas y Carlos Perdomo, Melquicedec Vásquez, quienes me brindaron su apoyo desde el inicio hasta el final de este proyecto, y de igual manera agradezco a todos aquellos que de alguna u otra forma me tendieron la mano durante lo largo de esta maestría.

### **Dedicatorias**

El presente trabajo está dedicado a mis Padres, Altagracia Maritza Roa y Rafael Antonio Gómez, por haberme educado y darme animados para seguir adelante.

Mis Abuelos, Martín Roa Lebrón (en memoria) y Mercedes Familia (en memoria), por todas sus enseñanzas basadas en el respeto y el trato humano.

A mi hermano, Víctor Gómez, por su colaboración a lo largo de la vida.

A mis tíos, Gloria Gómez, Wilson, Tomas, Elsa Nuris, Rensso, Francisco, Carmen y Colon Roa, por sus consejos y apoyo incondicional.

A mis compañeros de trabajo José Correa, Lucia Gonzales, Sergio Martínez, Wander Almonte, Jonathan Jimenez y Juan Ventura por brindarme su apoyo y colaboración cuando fue necesario.

## **RESUMEN**

El alumbrado público constituye uno de los servicios más importantes para el desarrollo de una ciudad o comunidad, por lo cual es de vital importancia, contar con sistema robusto que permita desarrollar un modelo de gestión eficiente y además facilite la operación de las redes de alumbrado público de manera sostenible mediante el uso racional de recursos y a la vez garantice un servicio con altos estándares de calidad. Ante este contexto a través del uso de la tecnología han sido desarrollados diversos sistemas de telegestión aplicados al alumbrado público, los cuales constituyen herramientas que permiten planificar, administrar y controlar las redes de alumbrado, reduciendo los costos de operación y mantenimiento del sistema, el cual permitirá generar datos, los cuales convergerán en una estructura que dará cabida a la generación de indicadores que garanticen la funcionalidad y niveles de satisfacción de los ciudadanos que circulan por una avenida.

## INTRODUCCION

La iluminación ha jugado un papel importante para el desarrollo de la humanidad.

En la prehistoria, luego de que el hombre dominara el fuego, una de las aplicaciones a este descubrimiento fue la iluminación de las cavernas, además permito que este saliese de su refugio en presencia de la oscuridad. A través de la evolución del hombre y el desarrollo de la tecnología, la iluminación dejo de ser algo rudimentario para ser algo sofisticado.

Hoy en día el alumbrado público es un servicio vital para el desarrollo de actividades deportivas, sociales y comerciales en cualquier ciudad sin importar su tamaño. Las instalaciones de alumbrado público son diseñadas para proteger a los ciudadanos no solo contra accidentes de tránsito sino también contra asaltos y actos vandálicos, por lo cual convierte a los sistemas de alumbrado en una herramienta de seguridad ciudadana.

La falta de alumbrado público en calles y avenidas limita la movilidad social de los ciudadanos debido al temor de ser víctimas de actos delictivos, los cuales tienen a tener mayor auge en presencia de la oscuridad.

Garantizar el funcionamiento del alumbrado público en todas las calles, parques y avenidas, debe ser una prioridad para para los ayuntamientos que aspiren a crear un ambiente de tranquilidad para el desarrollo de la comunidad y el aumento de la calidad de vida de sus ciudadanos.

Los altos precios de los combustibles han encarecido la energía eléctrica, por lo cual ha disparado los costos asociados a la operación de los sistemas de alumbrado, lo cual ha traído la necesidad de buscar nuevos mecanismos para hacer uso eficiente de la energía, es por ello que se han desarrollado nuevas aplicaciones como son los sistemas de telegestión los cuales buscan hacer uso eficiente de los recursos.

La gestión del alumbrado público es una actividad que involucra varios procesos en los cuales se invierten cuantiosos recursos, he aquí donde los sistemas de telegestión ofrecen soluciones para optimizar esos procesos de control, supervisión y mantenimiento de los sistemas de alumbrado, con lo cual se busca brindar un servicio de calidad de amera sostenible mediante el sus eficiente de los recursos.

Los sistemas de telegestión constituyen una tecnología que cada vez ocupa más terreno, su uso se ha extendido a varios países desde Norteamérica, Suramérica, y Europa dando resultados favorables , lo cual apunta a que la aplicación de esta tecnología seguirá expandiéndose hacia otras áreas.

La telegestión en la Republica Dominicana ha sido poco implementada, actualmente las distribuidoras de electricidad han implementado varios proyectos pilotos de telegestión aplicados a la medición de energía, obteniendo buenos resultados, lo cual da indicios de que esta tecnología puede ser implementada en el alumbrado público de calles y avenidas del país.

En la actualidad el alumbrado público es el dolor de cabeza paras las distribuidoras eléctricas, constantemente se registran averías en los sistemas de iluminación debido a la intervención de terceros y mal funcionamiento de los equipos por no haber recibido un manteniendo adecuado a tiempo. Esto constituye un problema que cada vez más requiere de más recursos para la rehabilitación de redes. Con la ayuda de la telegestión las empresas eléctricas contarán con un sistema que les permita la detección de anomalías en el sistema a tiempo, con lo cual permitiría armar una logística eficiente para realizar labores de mantenimiento preventivo con lo cual, permitiría aumentar la vida útil de los equipos.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>CAPÍTULO I: LOS SISTEMAS DE ALUMBRADO PÚBLICO .....</b>	<b>2</b>
1.1 Origen y evolución de los Sistemas de Alumbrado Público .....	2
1.1.1 El Alumbrado Público en República Dominicana .....	7
1.2 Tendencias de los Sistemas de Alumbrado Público .....	10
1.2.1 Casos de éxito .....	12
1.2.2 Modelos de telegestión y tipos de tecnología en sistemas de alumbrado público ..	17
1.3 Diagnóstico y situación actual del Sistemas de Alumbrado Público de la Autopista Las Américas, Santo Domingo Este. ....	24
<b>CAPITULO II: SISTEMA DE TELEGESTIÓN EN EL ALUMBRADO PÚBLICO DE LA AUTOPISTA LAS AMERICAS, SANTO DOMINGO ESTE.....</b>	<b>32</b>
2.1 Condiciones previas al Sistema de Telegestión del Alumbrado Público. ....	32
2.2 Estructura del sistema de telegestión de alumbrado público.....	33
2.2.1 Primer nivel. Módulo de control de luminarias.....	34
2.2.2 Segundo nivel. Módulo de control de conjunto de luminarias .....	35
2.2.3 Tercer nivel. Centro de telegestión del alumbrado publico .....	36
2.3 Técnicas y Procedimientos para la Implantación de sistemas de Telegestión de alumbrado público	41
<b>CAPITULO III: VALORAR EL MODELO DEL SISTEMAS DE TELEGESTION DEL ALUMBRADO PUBLICO DE AVENIDAS .....</b>	<b>49</b>
3.1 Valoración del sistema de Telegestión del Alumbrado Público de la Autopista Las Américas .....	49
3.2 Ventajas y desventajas de los sistemas de Telegestión de Alumbrado Público en avenidas.....	51
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>54</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>55</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>56</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>61</b>

## TABLA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Bombilla de Edison. (inventionary, 2011) .....	4
<b>Figura 2.</b> Bombilla de Tungsteno. (Martinez, 2008) .....	4
<b>Figura 3.</b> Lámpara Fluorescente. (Serviall) .....	5
<b>Figura 4.</b> Bombilla y luminaria de alta presión de sodio (HPS). (ledyluz) (Ferreteria La Grapa).....	6
<b>Figura 5.</b> Luminaria LED. (cree) .....	6
<b>Figura 6.</b> Farolero encendiendo alumbrado público. (Condill, 2015) .....	7
<b>Figura 7.</b> Sistema de Telegestión de Alumbrado Público. (CloverLED) .....	11
<b>Figura 8.</b> Sistema de alumbrado, Ciudad de Buenos Aires. (Clarín, 2016).....	13
<b>Figura 9.</b> Centro de Telegestión, Buenos Aires. (buenosaires) .....	13
<b>Figura 10.</b> Esquema del sistema de telegestión alumbrado Cádiz, España. (Amaya Trinidad & Díaz Aguilar, 2016) .....	15
<b>Figura 11.</b> Vista iluminación pública con telegestión, Comuna San Clemente Chile. (diseñoarquitectura) .....	16
<b>Figura 12.</b> Alumbrado público Av. Quebrada Seca, Bucaramanga, Colombia. (Alcaldía de Bucaramanga, 2015) .....	17
<b>Figura 13.</b> Sistema de telegestión con comunicación vía Onda portadora (PLC). (Intelilight, 2014) .....	20
<b>Figura 14.</b> Sistema de telegestión a través de radiofrecuencia. (Welight, 2016).....	22
<b>Figura 15.</b> Sistema de telegestión a través de PLC-radiofrecuencia. (ISDE. Control y Automatización) .....	23
<b>Figura 16.</b> Sistema de telegestión con comunicación a través de redes inalámbricas. (Maven systems) .....	24
<b>Figura 17.</b> Municipio Santo Domingo Este. (Oficina Nacional de Estadística, 2016) .....	25
<b>Figura 18.</b> Situación del alumbrado público en varias calles y avenidas de Santo Domingo. (González, 2017).....	27
<b>Figura 19.</b> Publicaciones de periódicos dominicanos sobre el estado de deterioro del alumbrado público en la Autopista Las América. (Tejada, 2014) (Tejada D. , 2013).....	28

<b>Figura 20.</b> Publicaciones de periódicos dominicanos sobre asaltos en la Autopista Las América. (Tejeda, 2011) (Ventura, 2012) .....	29
<b>Figura 21.</b> Publicaciones de periódicos dominicanos sobre robos de luminarias y tendido eléctrico en la Autopista Las Américas. (Tejeda D. , 2014) (Ventura T. , 2005).....	30
<b>Figura 22.</b> Esquema de Prestaciones de un Sistema de Telegestión aplicado al alumbrado Público. (González Loaiza, 2014).....	33
<b>Figura 23.</b> Módulo de control para luminarias. (Sata).....	34
<b>Figura 24.</b> Instalación módulo de control de luminaria. (Construnario) .....	35
<b>Figura 25.</b> Instalación módulo de control de conjunto de luminarias. (Billion) (Businesswire) ...	36
<b>Figura 26.</b> Centro de telegestión del alumbrado público. (Arelsa) .....	37
<b>Figura 27.</b> Ejemplo Interface de un sistema de telegestión de alumbrado. (Billion).....	39
<b>Figura 28.</b> Luminaria LED. (Allbiz).....	40
<b>Figura 29.</b> Etapas de un proyecto. (Elaboración Propia) .....	42
<b>Figura 30.</b> Proceso de elaboración de propuesta para inicio del proyecto. (Elaboración Propia) ..	42
<b>Figura 31.</b> Diagrama Gantt, ejemplo ilustrativo. (Ploue-smith, 2015) .....	45
<b>Figura 32.</b> Supervisión de proyectos. (Sindmex).....	46
<b>Figura 33.</b> Capacitación de personal. (HBS S.R.L.).....	48

## **CAPÍTULO I: LOS SISTEMAS DE ALUMBRADO PÚBLICO**

### **1.1 Origen y evolución de los Sistemas de Alumbrado Público**

El alumbrado público constituye uno de los servicios fundamentales para el desplazamiento y seguridad de la ciudadanía. Los sistemas de alumbrado han pasado por un proceso de evolución hasta llegar a nuestros días.

Según (Bordón, 2016), en la era prehistórica, el ser humano descubrió el fuego y lo utilizó para obtener calor y cocer sus alimentos; y no tardó mucho en usarlo para la iluminación de sus cavernas mediante las llamas. (Bellis, 2016), afirma que la primera lámpara fue inventada alrededor 70.000 años AC. Para su fabricación se utilizó, rocas huecas, conchas marinas u otro objeto encontrado en la naturaleza, el cual fue llenado de musgo o de un material similar empapado con la grasa animal para su encendido.

Durante miles de años, la antorcha continuó como una importante fuente de iluminación. Durante la Edad Media, las antorchas portátiles o ancladas en soportes metálicos de calles y plazas, se convirtieron en el primer ejemplo de alumbrado público. (Pérez Garrido, 2015).

(fragailuminacion, 2017) afirma que las primeras lámparas primitivas, probablemente haya aparecido hace 50.000 años, usando como combustibles aceite o grasa de origen animal del que además se utilizaba el cráneo para colocar en su interior estos combustibles con una mecha de trenza de pelos. Más tarde se fabricaron unos tipos de recipientes de piedra para la misma función.

Otras de las invenciones creadas por el hombre fue la vela, inventada por los egipcios alrededor del año 1300 A.C., consistía en un trozo cocido de cera, apoyado en un plato. (Bordón, 2016). El uso de velas no era tan común como el de lámparas de aceite, pero su uso se incrementó en la Edad Media. Entre los siglos XVI al XVIII, las velas eran la forma más común para iluminar los interiores de los edificios. (Pérez Garrido, 2015)

En 900 A.C., los fenicios, comenzaron a utilizarse las primeras lámparas de aceite, hechas de cerámica. Eran llevadas por los mercaderes, se extendieron rápidamente por toda la cuenca del Mediterráneo. (Bordón, 2016)

De acuerdo con (fragailuminacion, 2017) , en la antigua Roma se utilizaban lámparas de aceite para la iluminación, las cuales se colgaban al techo con una cadena, que a lo largo del tiempo se iban decorando con labrados y ornamentos de metal.

La primera instalación de luminarias de gas, la uso William Murdock en 1784 para iluminar su casa en Inglaterra. Posteriormente, se iluminaron almacenes, a los cuáles se conducía el gas por medio de ductos de metal. (bekolite)

A pesar del temor público por la seguridad del gas, F. A. Windsor instalo por primera vez luminarias en las vías públicas de Londres. Windsor, se conoce como el precursor de las instalaciones de alumbrado de gas. Este sistema de alumbrado se adoptó en muchas ciudades de Europa y Norteamérica, pero finalmente fue sustituido por la electricidad durante el siglo XX. (bekolite)

Un paso importante en la evolución de los sistemas de alumbrado fue la introducción de las lámparas incandescentes en 1879, producidas y patentadas por Thomas Alva Edison, el cual basó su invención en los trabajos de realizados por Frederick de Moleyns en 1841, además introdujo mejoras en el diseño que permitió aumentar la vida útil de las lámparas. (Caminos, 2011) Afirma que su primer sistema de iluminación incandescente la exhibió en su laboratorio el 21 de diciembre de 1879.

Edison hizo su primera instalación comercial para el barco Columbia. Esta instalación constó de 115 lámparas, las cuales funcionaron sin problemas durante 15 años. En 1881, su primer proyecto comercial fue la iluminación de una fábrica de Nueva York. Este proyecto fue un gran éxito comercial y catalogó a sus lámparas como viables. Durante los siguientes dos años se colocaron más de 150 instalaciones de alumbrado eléctrico y en 1882 se

construyó la primera estación para generar electricidad en Nueva York. En ese mismo año, Inglaterra montó la primera exhibición de alumbrado eléctrico. (Pérez Garrido, 2015)



**Figura 1.** Bombilla de Edison. (inventionary, 2011)

A pesar del éxito obtenido con estas lámparas, su rendimiento era relativamente bajo, llegando a desperdiciar hasta el 90% de la energía eléctrica empleada para su funcionamiento.

La ciencia continuó avanzando permitiendo desarrollar lámparas incandescentes más eficientes. En 1904 el inventor norte norteamericano Willis Rodney Whitney, desarrollo una luminaria con filamento de carbón metalizado, con ello logra crear una lámpara más eficiente en comparación con otras lámparas existentes en el mercado para ese entonces.

El descubrimiento del Tungsteno permitió la fabricación de lámparas incandescentes mucho más eficientes, lo que permitió dejar atrás las tecnologías desarrolladas hasta ese momento.



**Figura 2.** Bombilla de Tungsteno. (Martinez, 2008)

Para 1907 se introduce en Los Estados Unidos, la primera lámpara con filamento de Tungsteno. Para 1910 el físico William Coolidge, descubre un proceso para mejorar la producción de Tungsteno, lo cual logra mejorar el funcionamiento y la estabilidad de estas lámparas.

En 1913 el ingeniero químico Irving Langmuir, realizó varios experimentos con gases inertes dentro de bombillas de cristal, logrando retardar la evaporación del filamento de Tungsteno con lo que logró aumentar la eficiencia y vida útil de estas lámparas. Para lograr este efecto realizó ensayos con nitrógeno puro, posteriormente empleó otros gases tales como el argón y la mezcla de este con nitrógeno. El bajo costo de producción, su flexibilidad de uso y la facilidad de mantenimiento, permitieron que este tipo de lámparas desplazaran por muchos años a las ya existentes en el mercado.

Luego en 1931, es introducida en Europa las lámparas de baja presión de sodio, la cual poseía una alta eficiencia. Estas lámparas incluían una cubierta exterior extraíble y una capa de vacío para el aislamiento, manteniendo una alta temperatura para mantener el sodio en forma de vapor (eaton, 2015). Debido al color amarillo de su luz, no fue considerada para usos de iluminación de interiores. Su aplicación principal es en el alumbrado público donde su color no se considera crítico. (bekolite)

Otra tecnología desarrollada fue las lámparas fluorescentes, fue desarrollada en Francia y Alemania en los años 30. En 1934 es desarrollada en Estados Unidos un prototipo de lámpara fluorescente, la cual se caracterizó por ser una fuente de luz de bajo consumo de energía y ofrecía una gran variedad de colores. La eficiencia y el color de la luz eran determinados por la presión de vapor y los químicos fosforescentes utilizados.



**Figura 3.**Lámpara Fluorescente. (Serviall)

Ya para el año 1938, son comercializadas las primeras lámparas fluorescentes, ganando una gran aceptación debido a su alta eficiencia y luego en 1944 se realizan las primeras instalaciones de lámparas fluorescentes para el alumbrado público.

La tecnología del alumbrado logró otro avance importante en 1962, cuando el científico Nick Holonyak, Jr., desarrolló la tecnología de los diodos emisores de luz, mejor conocidos como LED's.



**Figura 4.** Bombilla y luminaria de alta presión de sodio (HPS). (ledyluz) (Ferretería La Grapa)

En 1965, son desarrolladas las bombillas de alta presión de sodio (HPS), las cuales resultaron ser mucho más eficientes en comparación con su predecesora, las lámparas de baja presión de sodio. (eaton, 2015) Estas han sido las lámparas más utilizadas para el alumbrado de carreteras, calles, puentes y túneles alrededor del mundo y aun en la actualidad son las más utilizadas.



**Figura 5.** Luminaria LED. (cree)

Actualmente, el avance en la tecnología ha permitido el desarrollo de luminarias basadas en tecnología LED, las cuales consumen menos energía que las lámparas de alta presión de sodio (HPS). Estas lámparas representan una pequeña fracción de las aplicaciones de alumbrado exterior en comparación con las lámparas de alta presión de sodio, cada vez más se está migrando hacia esta tecnología. (eaton, 2015)

### 1.1.1 El Alumbrado Público en República Dominicana

En República Dominicana, según (Franco, 2008), la producción de energía eléctrica para el servicio de alumbrado público se inició casi tres décadas después que en Europa y los Estados Unidos.

Durante la época Colonial entre 1500 y 1844, la ciudad de Santo Domingo careció de sistemas de alumbrado público, servicio que ya estaba disponible a partir del siglo XVIII en las ciudades más importantes del viejo continente, como Madrid en España, Brúcelas en Bélgica, Londres en Inglaterra, etc. Dicho sistema de alumbrado solo estuvo disponible en las zonas comerciales y en algunas zonas de importancia donde residían los grupos sociales de mayor poder económico. (Franco, 2008)

Según (Franco, 2008), el historiador Luis E. Alemar afirmó que en 1845, Baní se convierte en el primer pueblo dominicano en instalar un Sistema de Alumbrado Público. El mismo consistía en un conjunto de faroles ubicados en las esquinas, los cuales eran encendidos por una persona denominado “Farolero”. La iluminación duraba apenas duraba desde las 6 o 7 de la tarde (dependiendo de la puesta del sol), hasta las 10 de la noche, cuando el mismo farolero procedía a apagar los faroles.



**Figura 6.** Farolero encendiendo alumbrado público. (Condill, 2015)

El doctor Manuel Mañón Arredondo en su ensayo “Crónica de la Ciudad Primada, (Listín Diario, marzo 20, 1982), expresa que el alumbrado público en las calles de la ciudad de Santo Domingo, inicio en 1859 y el mismo estaba presente solo cuando los propietarios de algunos negocios utilizaban faroles para la iluminación de sus alrededores durante algunas horas de la noche, salvo cuando eran realizadas algunas celebraciones especiales. (Franco, 2008)

Para esa época, el alumbrado público era de carácter ocasional. Faroles sólo tenían las principales iglesias, el Palacio Consistorial, el del Gobernador, y el parque principal de la ciudad que se conoce hoy como Parque Colón, situado casi en el centro de la vieja capital. Esos faroles se encendían para festividades especiales algunas veces al año. (Franco, 2008)

Ya para 1859, quince años después de la independencia, el Ayuntamiento de Santo Domingo promulga la primera ordenanza para el alumbrado de las calles. En la misma contempla la necesidad de tener un sistema de alumbrado público que permita el libre tránsito de los ciudadanos garantizando su seguridad durante la noche, además destaca los beneficios percibidos por las industrias y los comercios debido al aumento de las actividades comerciales gracias al flujo de transeúntes en horas de la noche. (Franco, 2008)

En dicha promulgación se establece que todo local comercial y así como todos los hogares debían tener en frente de sus puertas faroles iluminados hasta las diez de la noche mientras estos tuvieran sus puertas y ventanas abiertas, dichas disposiciones fueron acompañadas de aplicación de multa para todos aquellos que no acatasen dicha disposición. (Franco, 2008)

La disposición impuesta por el Ayuntamiento, puso a cargo a los ciudadanos del costeo y el funcionamiento del sistema primitivo de alumbrado público de la ciudad de Santo Domingo. (Franco, 2008)

Al proceso de instalación de sistemas de iluminación de la ciudad le siguieron el alumbrado de Puerto Plata y Santiago de los Caballeros, en 1872, y luego a este le siguió el alumbrado en la provincia de la Vega en el año 1874. Según (Franco, 2008) el alumbrado

de Puerto Plata inicio con la instalación de 24 faroles realizada por el ayuntamiento, mientras que el alumbrado de la Vega solo conto con 5 faroles la Plaza de Armas. Estos sistemas de alumbrado igual que el de Bani, solo ofrecían servicio desde la puesta del sol hasta las diez de la noche.

(Diloné) afirma que, el 5 de enero de 1896 en la ciudad de Santo domingo, en la margen occidental del Río Ozama, se instala y entra en funcionamiento la primera planta generadora de electricidad, la inicio sus operaciones utilizando madera como combustible, con limitadas redes de distribución dedicadas casi exclusivamente al alumbrado público.

De acuerdo con (Diloné), el 14 de septiembre de 1917, el Ayuntamiento de Santo Domingo, dando cumplimiento al apartado 11o, del artículo 32, de la ley sobre Organización Comunal, declara de utilidad pública el establecimiento de la central eléctrica instalada en Santo Domingo, con lo cual estableció los lineamientos que asegurasen la distribución de energía eléctrica suficiente para el alumbrado público y privado, así como también contemplaba la venta de energía eléctrica.

Esta declaración de utilidad pública, la extendió a toda empresa eléctrica y a todas y cada una de las instalaciones eléctricas realizadas para la distribución de energía. (Diloné)

El Ayuntamiento estaba dispuesto a conceder ciertas franquicias y derechos mediante un contrato celebrado mediante concurso, con la persona o compañía, que más barato vendiera la energía para el alumbrado público de la Ciudad de Santo Domingo. (Diloné)

Por otro lado en la provincia de Barahona, el sistema de alumbrado público con electricidad, llega a esta provincia en el año 1925 cuando el ayuntamiento suscribe un contrato con los señores Alcibíades Alburquerque y Antonio Mota para ofrecer el suministro eléctrico a la población, este servicio estuvo limitado sólo desde siete la mañana hasta las seis de la tarde de lunes a sábado. (Ramirez S., 2013)

El alumbrado público con lámparas incandescentes en las vías públicas de la ciudad de Barahona llegó en abril de 1929 cuando el ayuntamiento suscribió un contrato con la “The Barahona Company” para extender sus redes de transmisión eléctrica exclusivamente para el centro de la ciudad en horario de la seis de la tarde hasta las doce de la noche. Con el transcurrir de los años el servicio fue ampliado a los barrios más apartados, donde residía la población menos pudiente de la ciudad. (Ramirez S., ecosdelsur, 2013)

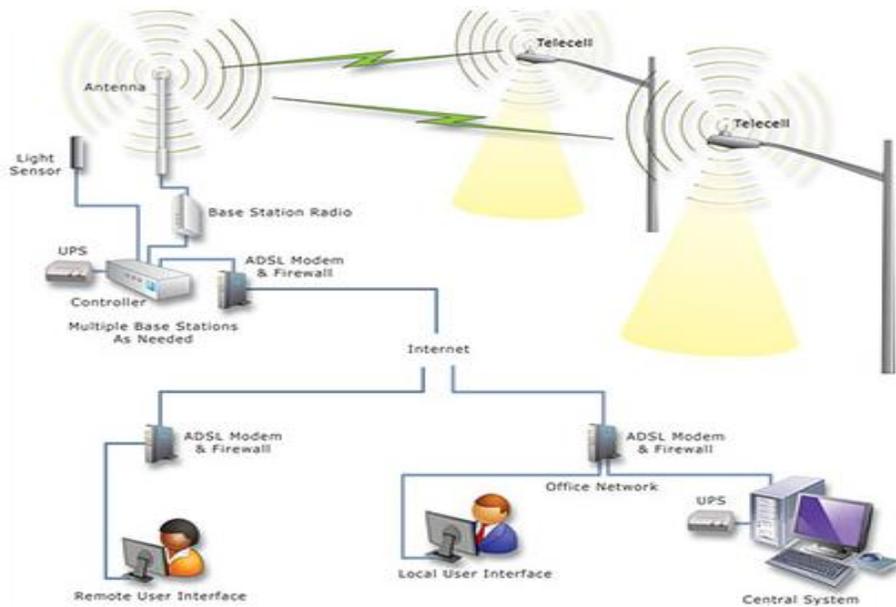
La llegada de las lámparas incandescentes en el alumbrado público de la ciudad de Barahona, no sólo mejoró la seguridad pública, sino que a partir de ese momento convirtió la noche en día para los ciudadanos. (Ramirez S., ecosdelsur, 2013)

## **1.2 Tendencias de los Sistemas de Alumbrado Público**

La gestión de los sistemas de alumbrado público es una tarea que recae en los Ayuntamientos de cada municipio y las distribuidoras de electricidad, los cuales tienen la responsabilidad de garantizar la disponibilidad del servicio. El funcionamiento de los sistemas de iluminación tiene repercusión de carácter social, ya que este servicio afecta el desplazamiento y compromete la seguridad de los munícipes que transita por las vías públicas, luego de la puesta del sol.

Un sistema de alumbrado público requiere de inversiones, mantenimientos periódicos y de supervisión constante por parte de un personal especializado, lo cual permitirá asegurar su correcto funcionamiento, por lo que es necesario contar con un sistema de gestión compuesto por etapas de planificación, organización, dirección y control.

Las nuevas tendencias de los sistemas de alumbrado público están orientados al uso eficiente de la energía eléctrica, con lo cual se busca el máximo aprovechamiento de los recursos, disminuyendo los costos asociados al uso de la energía y a su vez garantizar servicio de calidad para los ciudadanos, por lo cual es necesario contar con sistemas que permitan la gestión eficiente de este servicio.



**Figura 7.** Sistema de Telegestión de Alumbrado Público. (CloverLED)

Los sistemas de alumbrado público utilizados en la actualidad están compuestos por luminarias de alta presión de sodio (HPS) y dispositivos de control denominados fotoceldas, las cuales permiten el encendido y apagado de las luminarias de manera individual o de manera colectiva mediante el uso de contactores. Un fallo ocurrido en estos dispositivos de control provoca que las luminarias permanezcan sobre encendidas durante el día, provocando consumo innecesario de energía eléctrica y contribuyendo al deterioro de la vida útil de las luminarias debido a las horas prologadas de funcionamiento de estos equipos.

Estos estos mecanismos de control se han caracterizado por no ofrecer una metodología que permita realizar un modelo de gestión eficaz de los sistemas de alumbrado público, lo cual ha motivado el desarrollo de tecnologías que permitan crear de métodos de control necesarios para ofrecer un servicio de manera sostenible mediante el uso eficiente de la energía y el control de los equipos de alumbrado, lo cual apunta a reducir en costos de operación y mantenimiento, además de garantizar la continuidad del servicio, contribuyendo a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

### **1.2.1 Casos de éxito**

Varios países han implementado la tecnología de sistemas de alumbrado inteligente mediante el uso de la tecnología de telegestión del alumbrado, el cual no es más que la utilización de luminarias las cuales pueden ser de alta presión de sodio o tipo LED provistas de un sistema de comunicación a distancia y diversos sensores los cuales permiten la transmisión de datos mediante señales a una central de comunicación, desde la cual se pueden administrar, realizar toma de decisiones y ejecutar acciones a distancia para gestionar eficientemente el alumbrado público de calles y avenidas.

Entre los proyectos realizados utilizando la tecnología de telegestión de alumbrado público que han sido ejecutados, se hace referencia los realizados en la Ciudad de Buenos Aires Argentina, el municipio de Ubrique, perteneciente Provincia de Cádiz, España, la Comuna de San clemente, Chile y la provincia de Bucaramanga en Colombia.

#### ***Argentina.***

En el año 2009, el gobierno de la ciudad de Buenos Aires buscaba la manera de disminuir la factura de la energía eléctrica por concepto de alumbrado público, por lo cual entre otras medidas, contemplo la sustitución de las luminarias existentes para dar paso a la tecnología LED y sustituir mayor parte de las 125.000 luminarias existentes en un plazo de 3 años. Además, se pretendía que la instalación de iluminación pudiera ser controlada de forma remota. (Julian & Martins, 2016)



**Figura 8.** Sistema de alumbrado, Ciudad de Buenos Aires. (Clarín, 2016)

Para llevar a cabo este plan, el gobierno municipal de esa ciudad instaló un sistema de telegestión del alumbrado público y creó un centro de gestión desde el cual se realizan funciones de control y monitoreo de las luminarias instaladas en las avenidas.

Este sistema les permite programar el horario de apagado y encendido, monitorear consumo de energía, detección de averías y otros datos útiles con lo cual pueden programar acciones preventivas y correctivas que permitan garantizar el buen funcionamiento de los equipos de alumbrado.



**Figura 9.** Centro de Telegestión, Buenos Aires. (buenosaires)

Según (Clarín, 2016), este sistema está compuesto por 83 controladores de segmentos, los cuales monitorean entre 800 y 1,200 luminarias cada uno. Las empresas encargadas del mantenimiento del alumbrado público, tienen la facilidad de acceder a las informaciones de los centros de gestión lo cual les facilita las tareas de supervisión y reparación de las luminarias instaladas en la zona.

Conjuntamente se hizo la sustitución de luminarias de alta presión de sodio existentes por lámparas con tecnología LED, la cual asciende a 74,000 aparatos, lo cual comprende, el 60% del total existente y las mismas son monitoreadas por el sistema de telegestión. El ministro de Ambiente y Espacio Público, Eduardo Macchiavelli, seguro que "Con el reemplazo de las luces convencionales por tecnología LED, ahorramos consumo, reducimos la emisión de gases y hacemos de nuestra ciudad un lugar más sustentable" (Clarín, 2016).

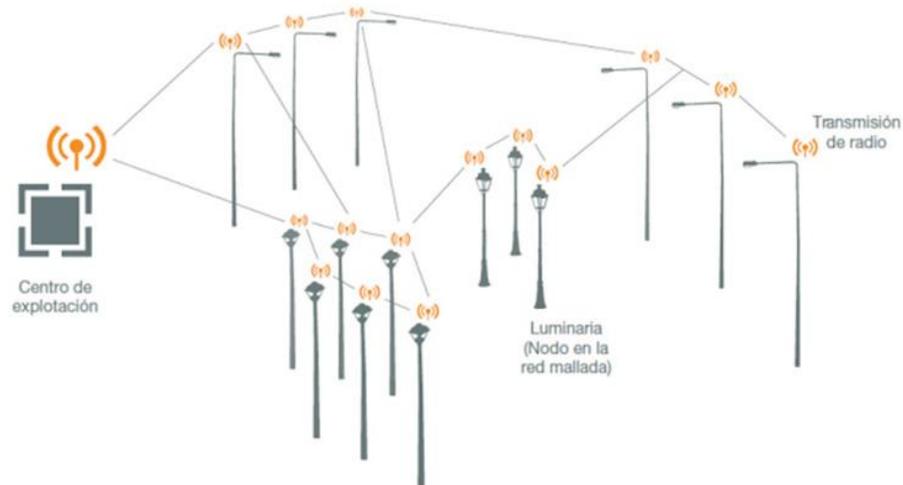
La tecnología LED se sumó también al Sistema Inteligente de Tránsito. Como los colores de las luces son más visibles, los conductores pueden observar el color del semáforo a mayor distancia; esto le otorga un tiempo mayor para realizar las maniobras. (buenosaires, 2015).

### ***España.***

El sistema de alumbrado público la ciudad de Cádiz, se caracteriza por poseer luminarias que demandan un alto consumo de energía eléctrica y baja eficiencia, el encendido y el apagado de las luminarias es realizado a través de un programación fija.

En Ubrique, municipio de la provincia de Cadiz, fue instalado un sistema de telegestión para controlar alrededor de 700 puntos, a su vez fueron sustituidas las luminarias de vapor de mercurio de 125 Watt existentes, lo cual representaba un consumo energético anual de 440,737.5 kWh/año, con un costo de 65,000 Euros/año. Gracias al cambio a la tecnología LED el consumo disminuyó a 300,000 kWh/año, reduciendo el costo por consumo de

energía a 44,200 euros, además lograron disminuir las emisiones de dióxido de carbono. (Amaya Trinidad & Díaz Aguilar, 2016)



**Figura 10.** Esquema del sistema de telegestión alumbrado Cádiz, España. (Amaya Trinidad & Díaz Aguilar, 2016)

### ***Chile***

En la Comuna de San clemente, provincia de Talca, Chile, fue instalado un sistema de telegestión de alumbrado público, el cual incluye la instalación de luminarias LED, por lo cual fueron sustituidas alrededor de 2,104 luminarias existentes con que se persigue hacer uso eficiente de la energía eléctrica y disminuir costos relacionados con el consumo de energía .

Según Claudio Inzunza, subgerente de grandes clientes de Enel Distribución Chile, afirma que “una luminaria LED obtiene una eficiencia energética de 50%, la cual si es controlada a través de la tecnología de la telegestión, puede incrementar un 10% adicional, llegando a un total de 60%” (revistaei, 2017).

Este sistema al ser un modelo flexible ofrece la ventaja de controlar la intensidad de la luz y adaptarla dependiendo de la necesidad tomando en cuenta las horas y las estaciones del año.

Según cuenta Luis Trujillo, ingeniero de la empresa Schröder, a cargo del proyecto de telegestión en la Comuna de San Clemente, “hay que entender que es un cambio de paradigma, porque la luminaria pública siempre ha sido estática; en cambio, con la telegestión, el modelo pasa a ser flexible, una especie de iluminación a la carta, pues se va modificando conforme pasa el tiempo, las estaciones del año, los períodos horario. Por ejemplo, en invierno, a las siete de la tarde, necesitamos bastante iluminación porque la gente se traslada y está llegando a sus hogares, pero esa misma iluminación no se requiere a las dos de la mañana”. (Riquelme, 2015)



**Figura 11.** Vista iluminación pública con telegestión, Comuna San Clemente Chile. (disenoarquitectura)

El éxito en este proyecto ha motivado la ejecución de obras de la misma envergadura en varias comunidades de Chile alcanzando niveles similares de eficiencia y ahorro de energía.

### ***Colombia***

Debido a los problemas presentes de alto consumo de energía en el alumbrado público de la provincia de Bucaramanga, el ayuntamiento de dicha provincia creó un plan de modernización del sistema de alumbrado público existente, lo cual convirtió a Bucaramanga en una de las primeras provincias en implementar la tecnología de

telegestión para administrar el alumbrado público de parques, calles y avenidas, lo cual permitiría reducir el consumo de energía eléctrica y reducir costos asociados al uso de electricidad, y disminuyendo las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) al medio ambiente.



**Figura 12.** Alumbrado público Av. Quebrada Seca, Bucaramanga, Colombia. (Alcaldía de Bucaramanga, 2015)

La instalación de este sistema de monitoreo, ha traído consigo ahorros significativos para la provincia, debido a los controles implementados para el racionamiento de la energía, además ha permitido la detección a tiempo de fallas con lo cual se han mejorado el tiempo en respuesta para el restablecimiento del servicio en caso de ocurrencia de una falla y además ha permitido optimizar las labores de mantenimiento, eliminando la necesidad de disponer de personal para el recorrido del sistema de alumbrado en la detección de fallas en horario nocturno.

### **1.2.2 Modelos de telegestión y tipos de tecnología en sistemas de alumbrado público**

El alumbrado público constituye un servicio fundamental para el desplazamiento de conductores y peatones por las vías públicas y el desarrollo de actividades sociales y

comerciales luego de la puesta de sol. El mismo puede ser un factor determinante para evitar la proliferación de asaltos y accidentes de tránsito en la vía pública. Garantizar la existencia del alumbrado del espacio público es una responsabilidad de los Ayuntamientos debido a la gran importancia que representa para los munícipes, por lo cual se requiere la adopción de controles que permitan garantizar la calidad y la disponibilidad de este servicio.

Garantizar la calidad y la disponibilidad de la iluminación en las vías públicas, requiere de un sistema de gestión y nuevas tecnologías que permita implementar la toma de decisiones para operar las redes de alumbrado de manera eficiente, y reducir los costos operativos, por lo cual es necesaria la reestructuración de la forma en que se operan y supervisan los sistemas de alumbrado público utilizados en la actualidad.

Los modelos de Telegestión del alumbrado proponen un nuevo esquema centralizado de gestión a distancia a través del uso de la tecnología para la operación de las redes de alumbrado público en calles y avenidas, el cual puede ser implementado por cualquier empresa o entidad pública que necesite gestionar de manera eficiente el alumbrado exterior de sus alrededores.

Esta solución puede ser adaptada a las normativas existentes en el país donde sea instalado y a su vez cumple con estándares internacionales del uso eficiente de la energía eléctrica y los sistemas de iluminación.

Un vez definidos los parámetros requeridos en el alumbrado público, el sistema de telegestión a través de un software programa en cuestión de segundos las características con la cual operaran las luminarias que componen el alumbrado exterior como son la intensidad de la luz y el tiempo de apagado/encendido, además ofrece la facilidad de obtener registrar en tiempo real datos sobre el consumo energético de los equipos instalados, los cuales pueden ser utilizados para la detección a tiempo de anomalías en el funcionamiento del alumbrado y tomar acciones preventivas o correctivas según aplique.

Otro factor a tomar en cuenta es el protocolo de comunicación que maneja dicho sistema, el cual debe estar acorde con el utilizado por la empresa, con lo cual se prevé posible problemas de compatibilidad e interferencias en la comunicación de otros dispositivos. En este caso los sistemas de telegestión cuentan con diferentes tecnologías para la transmisión de información como la red GSM (2G/3G/4G), GPRS, WIFI y PLC, los cuales pueden seleccionados dependiendo de la infraestructura de telecomunicación utilizados en la empresa, lo cual evita problemas de compatibilidad con equipos de comunicación existentes y además sus parámetros pueden ser ajustados con la finalidad de evitar posibles interferencias que puedan afectar a otros dispositivos.

Los niveles que componen los sistemas de telegestión se enlazan entre sí a través de sistemas de telecomunicaciones los cuales ofrecen los canales para la transmisión de datos desde el centro control y supervisión, a su vez este se comunica con los diferentes equipos de monitoreo que componen el sistema de alumbrado público. Existen diferentes tecnologías en el mercado aplicables al modelo de telegestión, estos modelos se clasifican de acuerdo a los métodos utilizados para la comunicarse con los diferentes dispositivos. Entre las diferentes tecnologías de comunicación podemos citar, onda portadora o PLC, telefonía celular (GSM/GPRS), radio frecuencia, combinación radiofrecuencia-PLC y WIFI.

Mediante la comunicación remota, se transmiten señales sobre las condiciones en que se encuentran cada uno de los equipos que componen el sistema de alumbrado, estas son almacenadas en una base de datos. Los operadores tienen la facilidad de acceder a la información generada por los datos recibidos de los diferentes dispositivos de que componen la red de alumbrado, lo cual les permite analizar estas informaciones y dar respuesta a los diferentes a eventos registrados por el sistema.

### ***Sistema de telegestión por Onda Portadora o PLC (Power Line Communications)***

Consiste en un sistema de comunicación en el cual se aprovecha la conexión del cableado eléctrico existente para establecer la comunicación con las luminarias que componen el

sistema de alumbrado público. Constituye una de las formas más efectivas para comunicar varias luminarias, sin la necesidad de utilizar un cableado adicional. Las frecuencias que componen el ancho de banda que están en rangos de 20 kHz hasta 400 kHz, conforman la denominada banda estrecha, la cual puede ser utilizada para transmitir datos e informaciones a través de las redes eléctricas.

La Banda ancha sobre líneas eléctricas (abreviada BPL por su denominación en inglés Broadband over Power Lines) representa el uso de tecnologías PLC que proporcionan acceso de banda ancha a Internet a través de líneas de energía ordinarias. En este caso, una computadora (o cualquier otro dispositivo) necesitaría solo conectarse a través de un módem BPL en cualquier toma de energía en una edificación equipada para tener acceso de alta velocidad a Internet. A primera vista, la tecnología BPL parece ofrecer ventajas con respecto a las conexiones inalámbricas ya que utiliza medios guiados, al igual que la banda ancha basadas en cable coaxial o en DSL, la amplia infraestructura disponible permitiría que la gente en lugares remotos tenga acceso a Internet con una inversión de equipo relativamente pequeña. (González Loaiza, 2014)



**Figura 13.** Sistema de telegestión con comunicación vía Onda portadora (PLC). (Intelilight, 2014)

Las características físicas y de capacidad de la red eléctrica y las altas prestaciones de los estándares por parte de la IEEE, posicionan las comunicaciones vía PLC como una excelente alternativa, siempre que se disponga de redes privadas de cable sobre las que inyectar señales PLC, como son las redes exclusivas de Alumbrado Público. El ancho de

banda de un sistema BPL se caracteriza por su estabilidad. Los módems PLC transmiten en las gamas de media y alta frecuencia (señal portadora de 1,6 a 30 MHz). La velocidad asimétrica en el módem va generalmente desde 256 kbit/s a 2,7 Mbit/s. (González Loaiza, 2014)

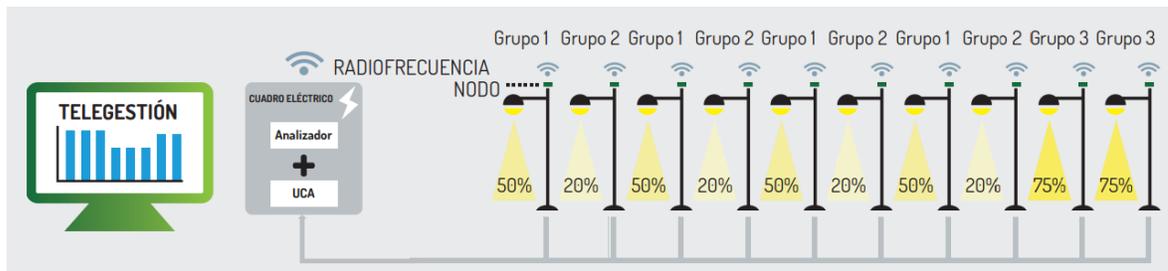
Según (Rubio Dobón, 2016), los sistemas de telegestión tienen ciertas limitaciones que afectan su desempeño. En primer lugar, las redes PLC disponen de una baja capacidad de transferencia de datos, así como una limitada capacidad de interacción entre el sistema de control y las luminarias, y una estructura de red vinculada a cuadro eléctrico.

En segundo lugar, existe un problema de interoperabilidad y ampliación de las redes PLC, dado que los diferentes sistemas y protocolos no son compatibles entre sí. En tercer lugar, la ampliación del sistema con nuevas aplicaciones presenta una gran complejidad (actualizaciones, escalabilidad y extensibilidad). Finalmente, los sistemas basados en PLC son complejos de instalar y de mantener, y no implementan niveles elevados de seguridad en las comunicaciones.

Otra desventaja es que puede quedar inoperante en caso de que sean destruidos los postes que sostienen la red eléctrica, ya sea por un accidente de tránsito o un acto de vandalismo, por lo cual la señal emitida por los equipos instalados en terreno llegan a desaparecer totalmente, dejando al centro de control incomunicado.

### ***Sistema de telegestión por Radiofrecuencia***

En este sistema, las luminarias se comunican a través de un concentrador de señales, el cual capta y transmite las ondas de radiofrecuencia recibidas del centro de control y los equipos instalados en terreno. A diferencia de los sistemas que utilizan la tecnología PLC, no tienen la necesidad de una red eléctrica para la transmisión de señales. Esto implica que las luminarias no requieren estar conectadas a una única red eléctrica, sino que podrían estar instaladas en diferentes redes, sin que esto afecte la comunicación del sistema de telegestión con las luminarias

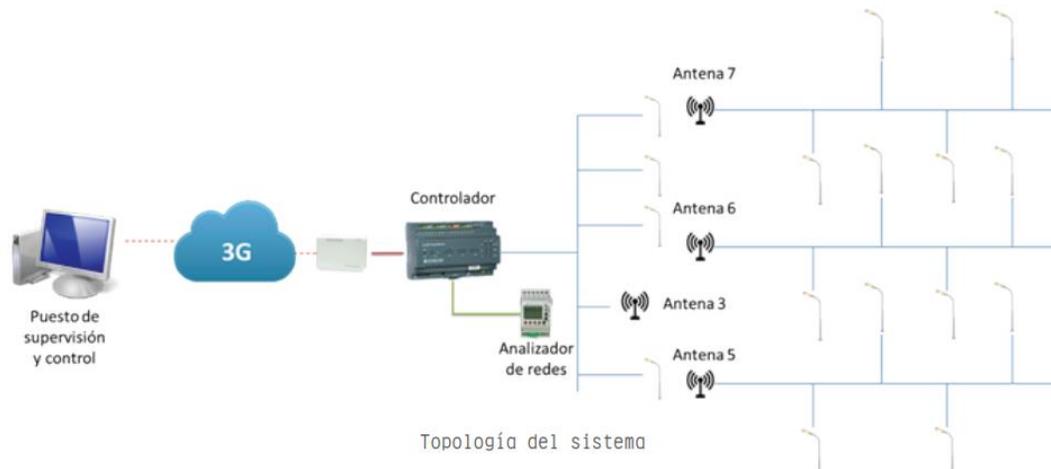


**Figura 14.** Sistema de telegestión a través de radiofrecuencia. (Welight, 2016)

Cada luminaria es equipada de un dispositivo con un dispositivo de control (nodo RF), el cual crea una red de comunicación entre todos los equipos existentes, lo cual permite que toda la información pueda ser recibida por el controlador. Esta información es enviada a través de una señal 3G, para luego ser procesada y almacenada en un servidor del centro de control en donde puede ser consultada en cualquier momento.

### ***Sistema de Telegestión Combinación PLC- Radiofrecuencia***

Este sistema de telegestión hace la combinación de la comunicación de onda portadora (PLC) con el uso de la radiofrecuencia. En este esquema, las luminarias se comunican entre sí a través del uso del cableado eléctrico que usan para su funcionamiento (Onda portadora o PLC), siempre y cuando, estas estén alimentadas por la misma red eléctrica. En caso de que las luminarias no compartan la misma red eléctrica, se comunican a través de antenas mediante el uso de la radiofrecuencia. Donde se utilizaría una antena por cada conjunto de luminarias. Cada antena emite señales con un alcance de máximo 85m. (ISDE. Control y Automatización)

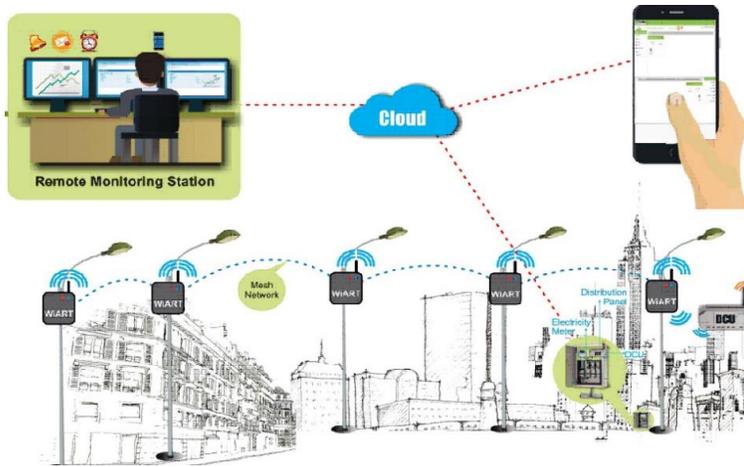


**Figura 15.** Sistema de telegestión a través de PLC-radiofrecuencia. (ISDE. Control y Automatización)

Por otro lado la comunicación entre los controladores con el centro de control se realiza por medio del uso de redes GSM (3G/4G), enlazadas a través de una red privada (red VPN), lo cual impide el acceso a terceros ajenos al área de gestión y mantenimiento de la red de alumbrado.

### ***Sistema de telegestión por comunicación de redes inalámbricas***

La comunicación inalámbrica es otro tipo de tecnología, la cual no requiere de cableado para la transmisión de información de un punto a otro. Es utilizada en los sistemas de telegestión, brinda la posibilidad de no depender de un centro de control para la gestión del alumbrado, sino que la información se encuentra almacenada en la WEB y es posible acceder a ella desde cualquier lugar donde se disponga de acceso a internet. A través de una plataforma virtual se puede visualizar y ejecutar acciones sobre los equipos instalados en el terreno.



**Figura 16.** Sistema de telegestión con comunicación a través de redes inalámbricas. (Maven systems)

Los operadores del sistema, pueden controlar a distancia del alumbrado, pudiendo ajustar el nivel de intensidad de la luz dependiendo de la hora y el nivel de tránsito, lo que permite ahorrar energía, también pueden obtener información en tiempo real de los puntos de luz, lo cual permite responder rápidamente en de averías en el sistema, además permite la programación efectiva de las tareas de mantenimiento, lo cual representa un ahorro de tiempo y dinero.

Además, mediante el uso de la telefonía móvil, también es posible realizar la gestión del sistema de alumbrado a través de internet. Mediante estos equipos, es posible realizar acciones puntuales sobre los elementos que componen los sistemas de alumbrado, por medio del uso de la mensajería SMS (Short Message Service) o a través de aplicaciones móviles (Apps).

### **1.3 Diagnóstico y situación actual del Sistemas de Alumbrado Público de la Autopista Las Américas, Santo Domingo Este.**

La provincia de Santo Domingo es la más poblada del país, le sigue su municipio Santo Domingo Este, junto al distrito municipal de San Luis, conforman una superficie total de 169.2 km<sup>2</sup> y población aproximada de 948,885 habitantes, según datos arrojados por el Centro Nacional de Estadística en el año 2010. (Oficina Nacional de Estadística, 2016)



**Figura 17.** Municipio Santo Domingo Este. (Oficina Nacional de Estadística, 2016)

Dichas cifras reflejan un rápido crecimiento de la población fruto del desarrollo experimentado en las zonas urbanas, interurbanas, suburbanas y la proliferación de asentamientos en sus alrededores, lo cual ha contribuido con el aumento en la demanda de servicios básicos, como es el alumbrado público.

El alumbrado público juega un papel fundamental para el desarrollo de una ciudad y el aumento de la calidad de vida de sus habitantes, el mismo garantiza la seguridad de los transeúntes, permitiendo el libre desplazamiento de los ciudadanos durante altas horas de la noche lo cual favorece el desarrollo de actividades sociales y el crecimiento de las actividades comerciales, lo cual se traduce en la creación de nuevos empleos, lo que contribuye al desarrollo de la comunidad y a la disminución de la criminalidad.

Actualmente, el servicio de alumbrado público abarca alrededor del 70% del territorio municipal, careciendo del mismo principalmente zonas suburbanas en especial, las comunidades de Las Toronjas, Villa Liberación, La Ureña, Los Frailes, San Bartolo, Brisa de la Charles. (Ayuntamiento Santo Domingo Este, 2015).

El Ayuntamiento de Santo Domingo Este, en colaboración con la Distribuidora de Electricidad del Este (EDEESTE), ha realizado inversiones con la finalidad de dotar de un sistema de alumbrado público eficiente, que permita el desarrollo de esta demarcación, pero a pesar de los esfuerzos y las inversiones realizadas, el alumbrado público de dicha

demarcación posee grandes deficiencias en el servicio, lo cual viene afectando el desenvolvimiento de los munícipes.

La iluminación de los espacios públicos de esta demarcación se caracteriza por tener zonas con escasa iluminación. Un factor que genera esta problemática es la existencia de una gran cantidad de luminarias fuera de servicio por falta de tendido eléctrico; ya sea por sustracción del cableado o avería del mismo. Otro factor es la gran cantidad de bombillas quemadas de las luminarias que se encuentran instaladas, están los frecuentes robos de luminarias que se encuentran instaladas en ciertas zonas, además el deterioro de dichas luminarias por falta de mantenimiento, por otro lado se encuentran un conjunto de luminarias que permanecen encendidas durante todo el día y la noche, lo cual representa pérdidas de energía eléctrica y contribuye a disminuir la vida útil de estos equipos

En ciertas zonas existe la ausencia de postes de alumbrado mientras que en otras zonas existe sobreabundancia de estos. Por otro lado existen otras zonas que a pesar de contar con la infraestructura adecuada para recibir un servicio adecuado de iluminación, se ven afectados por cortes de energía programados durante gran parte de la noche.

La oscuridad reinante en calles y avenidas crean las condiciones el incremento de robos y asaltos así como también la proliferación de accidentes de tránsito.

Frenar, rebasar o reaccionar a tiempo resulta complicado cuando no se puede ver lo que hay delante, y cuando se va en un vehículo de motor la visibilidad es algo crucial para garantizar la seguridad e integridad del conductor, pasajeros y de todo el entorno. Que la iluminación de calles, avenidas y autopistas esté en óptimas condiciones es un factor de seguridad vial de vida o muerte. (González, 2017)

Esta situación provoca que muchos conductores y peatones sienten inseguridad cuando tienen que desplazarse durante la noche por ciertas calles de diversos sectores y avenidas, ya que la falta del alumbrado público se ha convertido en un grave problema en varias zonas del municipio de Santo Domingo Este.

## Penumbra en calles y avenidas de la capital



**Figura 18.** Situación del alumbrado público en varias calles y avenidas de Santo Domingo. (González, 2017)

La falta de una supervisión eficiente, dificulta la detección de lámparas fuera de servicio y sobreencendidas, por lo que la localización de anomalías en el alumbrado, depende en gran medida de los reportes realizados por los ciudadanos o juntas de vecinos al Ayuntamiento, el cual tramita la solicitud a la distribuidora de electricidad, proceso que en muchos casos agota un largo tiempo para dar respuesta a dicha solicitud, en algunos casos dicha solicitud no pueden ser atendida debido al limitado personal con el que cuenta el Departamento de Mantenimiento y Alumbrado de la Distribuidora el departamento, por otro lado frecuentemente se presenta la carencia de materiales, a las constantes instalaciones y reparaciones de los sistemas de alumbrado, realizadas en diferentes puntos de la ciudad. Esta situación provoca un rápido deterioro de las instalaciones existentes, dejando a la comunidad sin este importante servicio.

Una de las principales vías de tránsito, de Santo Domingo Este afectadas por esta problemática es La Autopista Las Américas, la cual constituye una de las vías de acceso más importantes de la provincia Santo Domingo, la misma conecta a dicha provincia con la parte Este del país, por lo cual es una de las autopistas más transitadas de la capital.

Constituye la principal vía de acceso hacia el Aeropuerto Internacional de las Américas, Zonas turísticas como son Boca Chica, Juan Dolio, Bávaro Punta cana, entre otras, además conecta con zonas francas y el Puerto Multimodal Caucedo.

En varios tramos de la referida autopista es notable el deterioro del alumbrado público lo cual representa un grave peligro para los conductores luego de la puesta del sol. Dicha situación ha incrementado considerablemente el número de accidentes de tránsito en horas de la noche en donde se han visto involucrados motores, guaguas del transporte público, autobuses turísticos, camiones de carga y automóviles, dejando una gran cantidad de vehículos destruidos y un considerable número de lesionados que en algunos casos se han convertido en víctimas fatales, situación que ha afectado a muchas familias.



**Figura 19.** Publicaciones de periódicos dominicanos sobre el estado de deterioro del alumbrado público en la Autopista Las América. (Tejada, 2014) (Tejada D. , 2013)

Esta situación ha sido aprovechada por antisociales para cometer delitos, lo cual ha incrementa el número de asaltos, cuyas principales víctimas son especialmente viajeros procedentes del exterior que ingresan al país, a través del Aeropuerto internacional de las Américas ( ver Figura 8), la misma también a empleados de dicho aeropuerto.

Diversos casos ocurridos han generado preocupación entre ciudadanos y extranjeros que transitan por esta vía, lo cual ha elevado el reclamo por parte de comerciantes, dirigentes comunitarios, sectores religiosos y asociaciones de transporte, los cuales han solicitado al Ayuntamiento y a EDEESTE, el remozamiento y reparación del sistema de alumbrado de esta importante autopista.



**Figura 20.** Publicaciones de periódicos dominicanos sobre asaltos en la Autopista Las América. (Tejeda, 2011) (Ventura, 2012)

Para atender a dichos reclamos, la Policía Nacional ha incrementado el nivel de patrullaje para disminuir el número de asaltos por dicha zona, por su parte, el Ayuntamiento ha contado con la colaboración EDEESTE para el remozamiento y reparación del sistema de alumbrado.

La distribuidora de Electricidad del Este (EDEESTE), constante mente realiza inversiones millonarias en la adecuación y reparación del alumbrado público de tan importante autopista. Varias de las inversiones realizadas ascendieron a RD\$ 32, 000,000 de pesos en el año 2012, las mismas fueron por concepto de instalación del cableado eléctrico, instalación de lámparas nuevas y transformadores eléctricos, con lo cual logro mejorarse notablemente las condiciones del alumbrado público de las Américas.

A pesar de las inversiones realizadas, constantemente, el alumbrado público de esta vía, está sujeto las averías y es víctima del vandalismo. Las redes de alumbrado en esta autopista han sido desinstaladas por completo en varias ocasiones por malhechores, los cuales han realizado robos masivos de luminarias, transformadores y tendido eléctrico, lo cual ha provocado que varios tramos importantes de esta tan importante autopista permanezcan a oscura, situación que pone en riesgo la integridad de ciudadanos nacionales y extranjeros que circulan por esa vía.



**Figura 21.** Publicaciones de periódicos dominicanos sobre robos de luminarias y tendido eléctrico en la Autopista Las Américas. (Tejada D. , 2014) (Ventura T. , 2005)

Para evitar estos actos de vandalismo, el Ayuntamiento, EDEESTE y la policía nacional han realizado acuerdos con la finalidad de contar con patrullas que se encarguen de salvaguardar los equipos que componen el sistema de alumbrado de dicha vía. No obstante a pesar de la vigilancia establecida en esta vía, persisten los robos de cableado, transformadores y luminarias.

Dicha vigilancia está limitada a realizar recorridos desde puntos específicos en donde se han registrado la mayor cantidad de robos, ya que se cuenta con recursos y personal

limitado para tales fines. Esto representa gastos para la EDEESTE, la cual facilita parte su personal, vehículos y combustible.

EDEESTE, carece de un sistema efectivo de gestión y supervisión del alumbrado, que le permita controlar y asegurar el correcto funcionamiento de los equipos instalados, por lo que recae la responsabilidad de detectar fallas, fraudes y robos, en un personal de supervisión, lo cual incrementa el tiempo en la toma de acciones para detectar y resolver anomalías presentes en los equipos instalados en las calles, avenidas y autopistas, lo cual compromete la calidad del servicio prestado.

Otro punto a destacar es que, la distribuidora de electricidad carece de dispositivo de midan la cantidad de energía inyectada a las redes de alumbrado. Para realizar ese cálculo se opta por la modalidad de multiplicar la cantidad de lámparas existentes en las redes por la cantidad de energía que consumen esos equipos, lo cual no arroja un resultado exacto sobre el consumo de estos equipos. Esta situación afecta la cobranza del servicio ya que al emitir esta factura al ayuntamiento, este no le está pagando la cantidad real por concepto de energía consumida, lo cual afecta los ingresos de la empresa. Contar con un sistema de telegestión le permitiría a la empresa medir los parámetros reales de consumo y hacer el cobro real por el servicio prestado.

## **CAPITULO II: SISTEMA DE TELEGESTIÓN EN EL ALUMBRADO PÚBLICO DE LA AUTOPISTA LAS AMERICAS, SANTO DOMINGO ESTE**

### **2.1 Condiciones previas al Sistema de Telegestión del Alumbrado Público.**

Para implementar este sistema de telegestión de alumbrado público se requiere de las siguientes condiciones previas:

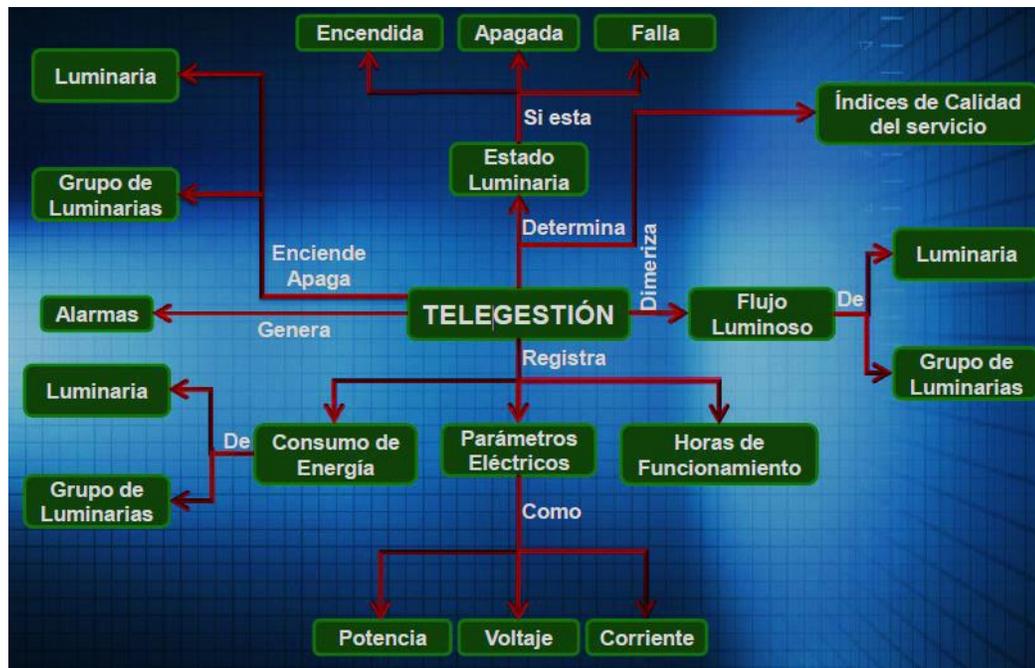
- Concientización de los directivos sobre las ventajas de la telegestión del alumbrado.
- Capacitar al personal sobre el funcionamiento y la operación del sistema de telegestión.
- Realizar levantamientos y estudios de para conocer el estado actual del alumbrado y definir los parámetro de operación adecuados de los equipos instalados.
- Área física dentro de la empresa en donde será instalado el centro de control y supervisión.
- Seleccionar el protocolo de comunicación requerido para la comunicación a distancia de equipos.
- Definir esquema de operación y funcionamiento para la gestión del sistema de alumbrado.
- Definir unidades operativa ( supervisores y auxiliares)
- Requerimientos del parte operativa (Herramientas y equipos, uniformes)

- Diseño de manual de operación y buenas prácticas para el manejo de los sistemas de alumbrado

## 2.2 Estructura del sistema de telegestión de alumbrado público

El término telegestión designa el conjunto de productos basados en las tecnologías informáticas, electrónicas y de telecomunicaciones, que permiten el control a distancia de instalaciones técnicas aisladas o distribuidas geográficamente. (Monsalve Tapias, Bedoya Arboleda, & Marín Jaramillo, 2009)

Un sistema de telegestión comprende un conjunto de equipos y aparatos de una instalación, los cuales cuentan con la capacidad de comunicarse entre sí, y sobre estos se pueden realizar acciones de control a distancias que incluyen la modificación de parámetros de funcionamiento de acuerdo con las necesidades del operador.



**Figura 22.** Esquema de Prestaciones de un Sistema de Telegestión aplicado al alumbrado Público. (González Loaiza, 2014)

“Son herramientas usadas para gestionar, controlar y supervisar las redes de alumbrado público. Estos sistemas de telecomunicación permiten gestionar de forma remota las luminarias de modo individual, haciendo así un uso completo de sus parámetros operativos”. (Schreder)

El Modelo a implementar consiste en el uso del sistema de telegestión basado en el uso de la comunicación a través de la comunicación vía PLC, con el cual utiliza el mismo cableado empleado para energizar las luminarias, con la finalidad de establecer comunicación vía remota.

Este sistema está compuesto por diferentes elementos que componen el sistema, los mismos están agrupados en tres niveles:

### 2.2.1 Primer nivel. Módulo de control de luminarias



**Figura 23.** Módulo de control para luminarias. (Sata)

El primer nivel, consiste en un dispositivo denominado balastro electrónico, instalado en el interior de la luminaria. Este se encarga de enviar informaciones el estado de operación y controla manera individual cada equipo instalado. Además permite la detección de fallas e identificar individuales de cada punto de luz, cuya información luego se transmite al siguiente nivel de control, mediante un sistema de comunicación basado en diferentes en protocolos de comunicación, el cual es definido durante la instalación del sistema de gestión. Este protocolo se basa en el uso de una red de comunicación, la cual puede ser GSM, GPRS, WIFI o PLC.



**Figura 24.** Instalación módulo de control de luminaria. (Construnario)

Este dispositivo proporciona información valiosa sobre el funcionamiento y las incidencias de cada luminaria, la cual es vital para gestionar eficientemente el mantenimiento de cada punto de luz o conjunto de luminarias y lo cual permite asegurar la disponibilidad y calidad del servicio de alumbrado. Normalmente este dispositivo es instalado en el interior de la carcasa de cada luminaria.

### **2.2.2 Segundo nivel. Módulo de control de conjunto de luminarias**

El segundo nivel, consiste un dispositivo instalado en los armarios de distribución de las redes de alumbrado, localizado generalmente en uno de los postes del sistema de alumbrado. De este derivan los circuitos de baja tensión que alimentan al conjunto de luminarias. Estos dispositivos conocidos como módulo de control, recopila la información de los puntos de luz alimentados el circuito de baja tensión.

Este módulo facilita la gestión a distancia un conjunto de luminarias y además, permite realizar las acciones requeridas para la medición y análisis de los parámetros eléctricos de los equipos, además permite la detección de anomalías y/o averías que pudieran estar presentes las redes de alumbrado. Desde este nivel es transferida la información recopilada de los puntos de luz hacia al tercer nivel (Centros de Telegestión), así como también la información generada por el módulo de control del conjunto de luminarias.



**Figura 25.** Instalación módulo de control de conjunto de luminarias. (Billion) (Businesswire)

Este módulo puede gestionar hasta 250 luminarias por cada armario de distribución de las redes de alumbrado y dispone de una memoria interna para almacenar hasta 2.500 eventos. Para ello cuenta con una batería interna que le proporciona autonomía por varias horas. (González Loaiza, 2014)

### **2.2.3 Tercer nivel. Centro de telegestión del alumbrado publico**

El tercer y último nivel, es el Centro de telegestión del alumbrado público o sala de control, en el cual se realiza la gestión de manera remota de los módulos de control de luminarias y de cada una de las luminarias o puntos de luz de manera independiente. La sala de control, está compuesta por diversos equipos electrónicos y un software de telegestión, el cual es fundamental para establecer la comunicación con los dispositivos de control de los puntos de luz, a través de protocolos de comunicación.

Los computadores que integran el centro de control, reciben las informaciones de los módulos de control que gestionan un conjunto de luminarias y estas a su vez, ejecutan comandos para ordenar la ejecución de acciones a través de estos dispositivos. El programa de telegestión y las computadoras constituyen el cerebro del sistema.



**Figura 26.** Centro de telegestión del alumbrado público. (Arelsa)

La operación eficiente de los centros de telegestión, dependen de un conjunto de actividades programadas, las cuales deben ser realizadas por un personal calificado, con la finalidad de evitar daños y posibles accidentes en el sistema de alumbrado.

Dentro de las actividades realizadas por el personal que integran el centro de telegestión, están la actualización de las nuevas versiones disponibles del software utilizado y verificar la compatibilidad del sistema utilizado con otros sistemas de información. Otros factores a considerar:

- La Gestión diaria. todos los días, se requiere verificar el funcionamiento del sistema y gestionar las modificaciones realizadas en el sistema, lo cual implica, establecer un canal de comunicación efectiva con otros sistemas, con la finalidad de transmitir las informaciones recopiladas por el sistema de telegestión a otras áreas, como son los departamentos de mantenimiento, Planificación de redes, Ingeniería, Compra de energía, entre otros.
- Los excesos de informaciones. Estos sistemas brindan informaciones detalladas sobre el funcionamiento de los equipos instalados en el terreno, las cuales pueden

ser irrelevantes para algunos usuarios finales, como es el caso del personal de supervisión y mantenimiento, los cuales requieren en muchos casos de informaciones que le brinde una visión global de las redes o informaciones precisas sobre un determinado suceso ocurrido en los sistemas de alumbrado.

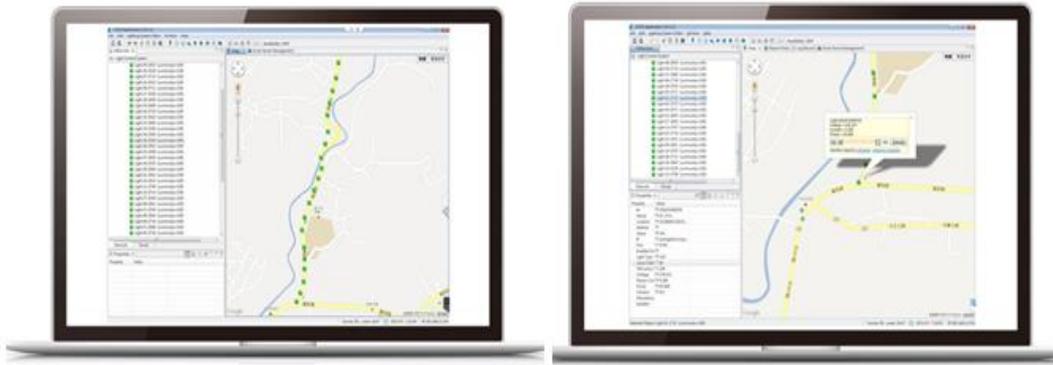
- La interconexión de otros usuarios al sistema. El centro de telegestión debe contar con una infraestructura que permita la conexión al sistema de usuarios de la empresa con diferentes perfiles (personal de supervisión, mantenimiento y áreas técnicas). Además debe contar las facilidades para el acceso a las informaciones a cualquier hora y ubicación a través del internet.

Los técnicos deben poder ser contactados de modo automático y rápido, en caso de emergencia, a través de un sistema de mensajes de texto para teléfonos móviles, por ejemplo SMS (Short Message Service), y de correo electrónico. Los informes diarios de fallas son enviados por correo electrónico para los equipos de mantenimiento para solucionar las deficiencias del día anterior o en tiempo real, mientras que mediante la incorporación de una interfaz tipo WMI (Windows Management Instrumentation) de administración Web, permite a los administradores de Alumbrado Público interrogar el estado operativo actual y también ejercer el control manual. (González Loaiza, 2014)

#### ***Software utilizado en los sistemas de telegestión de alumbrado público.***

El centro de control debe contar con un software el cual permita procesar adecuadamente los datos e informaciones recibidas de los dispositivos de control instalados en las redes de alumbrado.

El software debe poseer la capacidad procesar y poder compartir la mayor cantidad de informaciones en formatos compatibles con otros programas utilizados en la empresa, por lo que dicho software debe poseer una interface gráfica, de fácil edición y a su vez permita visualizar a través de la pantalla de computador parámetros de control de los diferentes módulos del programa, cartografías y diversos datos que contengan coordenadas georeferenciadas.



**Figura 27.** Ejemplo Interface de un sistema de telegestión de alumbrado. (Billion)

Los datos concernientes a órdenes de reparación y operaciones de mantenimiento se deben poder descargar directamente en el software, incluso en el modo remoto, utilizando para ello teléfonos celulares y/o equipos PDA (Personal Digital Assistant), que son computadores de mano que pueden realizar muchas de las funciones que hace un computador de escritorio; muchos de los PDA modernos poseen conectividad WIFI, que permite la conexión a redes inalámbricas y permite el acceso Internet. (González Loaiza, 2014)

Además debe poseer opciones que desplieguen mensajes de alarma o lista de asignaciones, lo cual será de gran utilidad para la programación de las labores de reparación y mantenimiento.

El software utilizado para la telegestión del alumbrado público debe poseer las siguientes características generales:

- El control y el monitoreo de forma remota de los sistemas de alumbrado público.
- Integración de cartografías geo-referenciadas para facilitar la ubicación de los equipos que requieren ser intervenidos.

- Facilidad de realizar interface con otros sistemas de información, como por ejemplo: los sistemas de atención de reclamos y quejas, los sistemas de operación y mantenimiento de la red de alumbrado público.
- Debe ser compatible con el sistema de control que opera las redes eléctricas de media y baja tensión
- Interface para restringir el nivel de acceso al usuario, de acuerdo a su perfil.

Se requiere que el software sea compatible con otros existentes en el mercado para que, en caso de cambio de plataforma, todos los sistemas y datos volcados con anterioridad sean aprovechables por los que tomen su relevo. Es necesario además, que los futuros desarrollos se amparen en las necesidades de gestión y no en los requisitos que demanden uno u otro sistema de telecontrol. (Suárez Acevedo, 2010)

### ***Luminarias***



**Figura 28.** Luminaria LED. (Allbiz)

Las luminarias son aparatos que distribuyen, filtran o transforman la luz emitida por una o varias lámparas y que contienen todos los accesorios necesarios para fijarlas, protegerlas y conectarlas al circuito de iluminación. (Moreno Gil & Romero Minassian, 2010)

Las luminarias generalmente utilizadas en los sistemas de telegestión son aquellas que poseen la tecnología LED ( Diodo emisor de luz), debido a su bajo consumo de energía, además de que estas brindan la posibilidad de reducir la intensidad luminica hasta un 40%,

representando esto un ahorro sustancioso de energía. No obstante este sistema puede ser configurado para funcionar con luminarias tradicionales (halogenuro, vapor de sodio, vapor de mercurio...) (Welight, 2016)

### **2.3 Técnicas y Procedimientos para la Implantación de sistemas de Telegestión de alumbrado público**

El sistema de alumbrado público, según se puntualizo es un servicio vital para la ciudadanía, ya que el mismo permite el libre tránsito de estos por las calles y avenidas, además constituye un elemento que contribuye a asegurar y salvaguardar la integridad física de los ciudadanos que utilizan las vías públicas. Así como empresas eléctricas de otros países debieron moverse a sistemas modernos de gestión que les permitiese tener un control eficaz de las redes de alumbrado, en ese sentido la Empresa Distribuidora de Electricidad del Este (EDEESTE) precisa , diseñar, sistematizar y sistematizar sus procesos con la finalidad mejorar los sistemas de gestión del alumbrado vial.

Implementar un sistema de telegestión del alumbrado en la Autopista Las Américas, representa un gran desafío, el cual que propiciara cambios en la forma de operar las redes de alumbrado en República Dominicana. Este ambicioso proyecto demandará de tiempo, recursos, además del esfuerzo y la integración de todas las áreas que tienen incidencia con el manejo de las redes de distribución eléctrica., además dependerá de la relación y el nivel compromiso que exista entre el cliente y la empresa proveedora de la tecnología necesaria para materializar este proyecto.

(OBS Business School) , define un proyecto como un esfuerzo temporal que se emprende con el objetivo de crear un producto o servicio único. Una iniciativa de este tipo requiere de una planificación, orientada al largo plazo, donde se diseñe el modo en que se utilizarán los recursos de la organización para alcanzar las metas planteadas. En este sentido, puede determinarse que todo proyecto tiene un principio y un final, recursos definidos y unos objetivos.

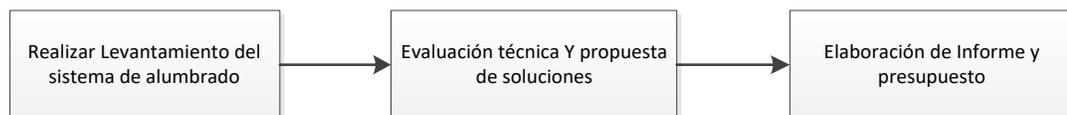
Llevar a cabo la implementación de un software de telegestión dentro empresa no tendrá éxito, si no se cuenta con un conjunto de procedimientos que permitan integrar todas las variables que intervienen en el proyecto. Es por ello que la ejecución del mismo, se debe contar con el apoyo de todas las áreas involucradas y a la vez debe existir una metodología en la cual se definan las etapas del proyecto y el rol de los involucrados.



**Figura 29.** Etapas de un proyecto. (Elaboración Propia)

### **Inicio del Proyecto**

En esta primera etapa se realizan una serie de análisis para determinar la viabilidad del proyecto por lo cual es necesario recopilar diferentes informaciones. Dichos análisis estarán a cargo de una comisión conformada por un equipo multidisciplinario el cual estará encargado de evaluar la parte técnica y económica del proyecto a ejecutar. La comisión evaluadora solicitará un informe detallado a las áreas de ingeniería y mantenimiento, en el cual estarán reflejados aspectos técnicos, condiciones actuales previas al proyecto y el presupuesto del mismo.



**Figura 30.** Proceso de elaboración de propuesta para inicio del proyecto. (Elaboración Propia)

Para realizar este informe, se llevaran a cabo una serie de levantamientos para conocer las condiciones actuales de las redes que componen el sistema de alumbrado, en la Autopista Las Américas, luego de dicho levantamiento se podrán conocer el

estado actual y nivel de deterioro en que pudiesen encontrarse los equipos instalados en terreno. En base a la información obtenida se determinan las necesidades de la zona y la cantidad de equipos y materiales requeridos para el proyecto.

A esto le sigue la elaboración de un informe de la situación actual, el mismo estará acompañado de un presupuesto estimado correspondiente a la instalación del sistema de telegestión del alumbrado público. Este informe debe reflejar las ventajas de este sistema para la empresa, tanto en la operativa como en la parte económica, además tomando en cuenta las diferentes tecnologías existentes en el mercado del software a utilizar.

Después de haber recibido el informe, la comisión evaluará la situación actual y trazará los objetivos específicos a alcanzar. Serán identificados y analizados los riesgos asociados al proyecto y las restricciones de este, así como las tareas a ejecutar y por último, se establecerá la cantidad de recursos disponibles para ejecutar exitosamente este proyecto.

### **Planificación**

Luego de ser aprobado el proyecto, en esta etapa la empresa se pondrá en contacto con el proveedor del sistema de telegestión a implementar para que en conjunto definan la planeación definitiva y en detalle de todos los aspectos que abarcará el proyecto, entre las actividades a realizarse están:

- Presentar al equipo de trabajo involucrado en el proyecto al consultor que de la empresa contratista que llevara a cabo la implementación.
- Elaborar y establecer un cronograma de trabajo en el cual serán definidas las actividades a realizar, su duración y las funciones que desempeñará cada involucrado en las tareas a realizar.

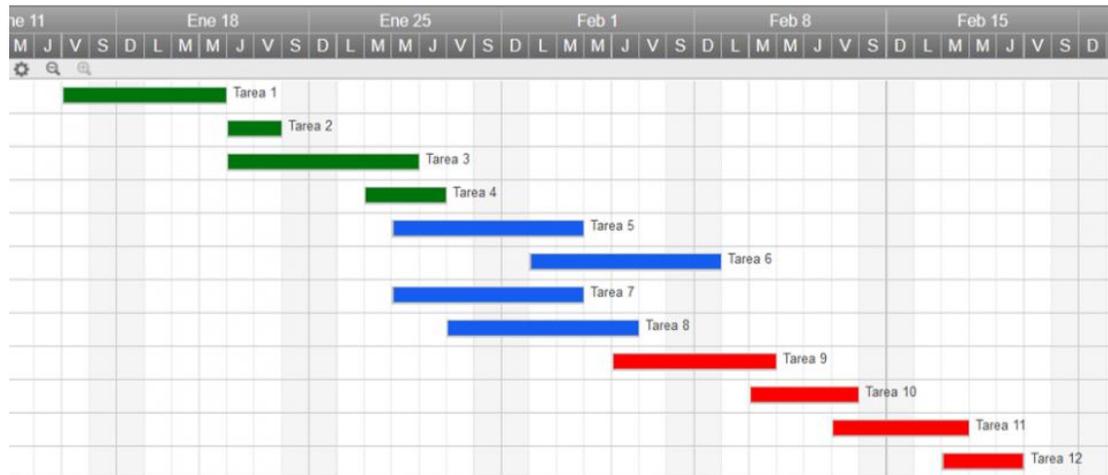
- Realizar una bitácora de compromisos obligatorios para poder iniciar el proyecto sin posibles contratiempos.
- Delimitar el alcance específico del proyecto.
- Definir la metodología y crear plan de capacitación para los usuarios finales del sistema
- Diseño de diagramas de flujos de los procesos y procedimientos a realizar por cada área operativa.

Es importante en esta, etapa que la persona al frente de este proyecto, de parte de la empresa mantenga un contacto directo con el proveedor de la solución tecnológica a implementar, lo cual permitirá validar cualquier duda que pudiese surgir, ya que es en esta etapa donde la solución seleccionada va tomando forma para adecuarse a las necesidades reales de la empresa.

### **Ejecución**

Esta es la fase crucial del proyecto en la cual se pone en marcha las estrategias establecidas en la planeación. Esta etapa está bajo la responsabilidad del contratista y la supervisión del cliente (EDEESTE). Se hará énfasis en la comunicación para poder agilizar el proceso de toma de decisiones en caso de que surgiese una posible eventualidad, la cual retrasaría los trabajos y comprometería el tiempo de culminación del proyecto.

Para detectar a tiempo anomalías en el cronograma de trabajo, el encargado del proyecto puede utilizar herramientas de seguimiento gráfico como por ejemplo, los diagramas Gantt, las cuales le permitirán conocer el estado actual de las tareas en ejecución y además le permitirá identificar aquellas que requieren una mayor prioridad de acuerdo al impacto que estas generan en el proyecto.



**Figura 31.** Diagrama Gantt, ejemplo ilustrativo. (Ploue-smith, 2015)

Esta herramienta ofrecerá una visión global del proyecto, necesaria para la toma de decisiones, como son la redistribución de recursos y la asignación de personal a las tareas más críticas del proyecto.

Periódicamente serán emitidos informes, en los cuales se realizara una recopilación de todos los avances del proyecto, detallando las actividades que han culminado, aquellas que continúan en ejecución y las que están por iniciar. Dicho informe será compartido entre todos los involucrados en el proyecto, el cual les permitirá estar al tanto de la situación actual del proyecto. Estos informes pueden incluir presentaciones en las cuales se podrán discutir informaciones concernientes al proyecto.

### **Supervisión y control**

Aquí se aplican controles de calidad, los cuales consisten en confirmar si las tareas asignadas al contratista han sido ejecutadas de acuerdo a los tiempos establecidos en la planeación, además permitirá garantizar y verificar el cumplimiento de las normas de seguridad y especificaciones requeridas para la instalación del sistema de iluminación.



**Figura 32.** Supervisión de proyectos. (Sindmex)

La supervisión permitirá registrar los avances realizados en el terreno, lo cual servirá para comparar el estado actual de los trabajos con relación con el nivel de avance proyectado originalmente en la planeación. Estos datos servirán para realizar acciones correctivas en caso de ser necesarias para evitar retrasos en el proyecto.

### **Finalización**

Comprende la etapa final del proyecto de implementación y se procede a realizar la entrega formal a la empresa. Antes de realizar el cierre definitivo del mismo se deben agotar los siguientes pasos, entre los cuales tenemos:

- **Pruebas del proyecto**

Cuando se alcanza este punto de la implementación, se comprueba si los resultados obtenidos están acorde con lo definido en la etapa de la planificación. En este caso, se realiza la simulación de varios escenarios a través del software que controla el sistema. En este se simula la operación del sistema en condiciones normales de acuerdo a parámetros previamente establecidos, además se escenifican situaciones anormales que podrían estar presentes en las redes de alumbrado público, con lo cual se comprueba la funcionalidad del sistema.

Es de vital importancia, la participación activa de todo el personal relacionado con la operación del sistema, con lo cual se busca realizar una revisión completa de los procesos y a la vez validar la funcionalidad de la herramienta, así como también verificar los datos e informaciones suministrados por el sistema. Con esto se determinara si realmente esta solución implementada permitirá gestionar de manera eficiente los sistemas de alumbrado público. Comprobar la funcionalidad de todos los procesos y requerimientos, permitirá la aparición de anomalías en las etapas de capacitación del personal o en la entrega del proyecto.

- **Entrenamiento del personal**

En esta fase se procede a realizar entrenamientos destinados a formar a los usuarios finales del sistema, por lo que la participación y motivación de todo el personal involucrado es vital, ya que esta actividad les permitirá adquirir la experiencia en el manejo de herramientas para la telegestión del alumbrado público mediante la simulación de situaciones reales, lo cual les permitirá prepararse para a enfrentarse a un a situaciones dinámicas y a resolver conflictos que pudiesen presentarse durante la operación del sistema.

Una buena comunicación entre el instructor y los participantes del entrenamiento, es relevante en este proceso. Se deben plantear todas las dudas en cuanto al funcionamiento de los procesos y funciones del sistema, esto con el objetivo de obtener el máximo aprovechamiento de la herramienta.



**Figura 33.** Capacitación de personal. (HBS S.R.L.)

Al concluir la capacitación, la empresa deberá asegurarse de que cada usuario realice operaciones diarias en el sistema a modo de práctica hasta la entrega del proyecto, lo que permitirá reforzar el entrenamiento recibido, ya que de no hacerlo, se corre el riesgo de que los operarios del sistema pierdan total o parcialmente los conocimientos adquiridos en esta etapa.

- **Liberación del proyecto**

Luego de haber agotado estos pasos se realiza la liberación del proyecto, la cual consiste en la salida para que los usuarios puedan utilizar en tiempo real la herramienta con el apoyo del proveedor la primera etapa de operación. Luego de haber concluido esta fase, se procederá a realizar procesos de mejora continua con la finalidad de optimizar el trabajo y alcanzar los resultados esperados en la etapa de planeación.

## **CAPITULO III: VALORAR EL MODELO DEL SISTEMAS DE TELEGESTION DEL ALUMBRADO PUBLICO DE AVENIDAS**

### **3.1 Valoración del sistema de Telegestión del Alumbrado Público de la Autopista Las Américas**

El alumbrado público constituye un servicio que permite iluminar las vías públicas, como calles, parque, avenidas y otros espacios públicos de libre circulación, lo cual permite garantizar la integridad de peatones y conductores que hacen uso de estas vías. La falta de este servicio dificulta el desarrollo de actividades sociales y comerciales en horas de la noche, además afecta el libre tránsito de los ciudadanos por calles, avenidas y lugares de esparcimiento, incrementando la proliferación de asaltos y accidentes de tránsito que pueden provocar graves lesiones y en otros casos hasta la muerte.

En el caso particular, de la Autopista las Américas, la cual constituye una de las vías de circulación más importante y la de mayor tránsito del municipio de Santo Domingo Este, constantemente se registran problemas en el sistema de alumbrado, lo cual ha provocado el aumento en el número de asaltos y accidentes de tránsito, provocando temor e inseguridad a los transeúntes que se desplazan por esta vía.

Tomando en consideración estos puntos, la necesidad de un sistema de telegestión que permita administrar eficientemente el alumbrado radica en la ventaja que brinda el uso de la tecnología, la cual permite creación de un esquema centralizado con el cual pueden ser optimizados los procesos de control, supervisión y mantenimiento de las redes de alumbrado público, lo cual permitirá garantizar la confiabilidad, la calidad y la continuidad del servicio.

Históricamente, el alumbrado público en la Republica Dominicana se ha caracterizado por ser un servicio deficiente, el mismo ha sido gestionado de manera manual por empresas eléctricas, las cuales a pesar de las cuantiosas inversiones realizadas, no han

logrado encontrar la solución a los problemas que constantemente surgen en las redes utilizadas para la iluminación debido a la falta de mecanismos para establecer controles eficientes que garanticen de manera sostenible la continuidad del servicio.

En este contexto, implementar una solución de gestión automatizada no garantiza el retorno inmediato de la inversión. Los sistemas de telegestión incorporan una vasta experiencia y buenas prácticas en materia de iluminación vial, suministrando información oportuna en tiempo real sobre las condiciones de operación de las luminarias que componen las redes de alumbrado, permitiendo controlar a distancia cada elemento que componen estas redes, dando la posibilidad medir y controlar el consumo de energía, la detección rápidamente de averías, facilitando las labores de supervisión y mantenimiento de los sistemas utilizados para la iluminación de las vías públicas.

De esta forma, la empresa tendrá la capacidad de brindar un servicio de manera eficiente a la ciudadanía y a la vez reducir los costos operativos en los que incurre la empresa para brindar este servicio.

La telegestión facilitara a futuro la operación de manera sustentable de los sistemas de alumbrado en vías públicas en tres áreas claves:

- Control y gestión. Hacer uso eficiente de los recursos disponibles en la empresa garantiza la sustentabilidad, ya que se logra disminuir los costos operativos permitiendo aumentar los ingresos y por ende la rentabilidad de la organización. Esta herramienta aporta la visualización de los puntos de luz, a través de una interface dinámica, la cual permite controlar a distancia las luminarias y establecer parámetros de funcionamiento de acuerdo a las necesidades del entorno.
- Eficiencia Energética. Constituye un conjunto de buenas prácticas que permiten hacer una relación entre el consumo energético y la cantidad de

productos y servicios resultante de un proceso productivo, lo cual puede lograrse a través de la adopción de hábitos de consumos y la implementación de recursos tecnológicos para el control del uso de la energía.

- Eficiencia operativa. La automatización y estandarización de los procesos por medio de un sistema centralizado reduce costos y permiten garantizar la disponibilidad del servicio con los más altos estándares de calidad.
- Mantenimiento. Una parte fundamental para el funcionamiento del sistema, es el mantenimiento, el cual permite garantizar el funcionamiento y la vida útil de los equipos. Con el uso de la tecnología es posible programar acertadamente mantenimientos periódicos, basado en datos registrados en el sistema y de acuerdo a las horas de operación de los equipos.

### **3.2 Ventajas y desventajas de los sistemas de Telegestión de Alumbrado Público en avenidas**

La iluminación constituye un recurso crítico para el desarrollo de las actividades ya sean sociales o comerciales y el desplazamiento por las vías públicas luego de la puesta del sol, de aquí se deriva la necesidad de contar con mecanismos que permitan garantizar tan el funcionamiento y la disponibilidad de tan importante servicio. Por lo tanto la implementación de un sistema de telegestión para operar el alumbrado público no solo beneficiara a los ciudadanos, sino también dotara a la empresa de una herramienta operar un sistema con el más alto nivel de eficiencia y acorde con las necesidades de un entorno cambiante.

Los sistemas de telegestión con aplicación al alumbrado público, no solo dotan a la empresa eléctrica de herramientas de control, sino que dichos sistemas constituyen mecanismos de prevención de riesgos y el aprovechamiento de recursos.

Algunas de las ventajas ofrecidas por los Sistemas de Telegestión del alumbrado Público de calles y avenidas son:

- **Ahorro de energía.** Permite controlar el consumo energético de las lámparas utilizadas para el alumbrado público de acuerdo a las necesidades del entorno.
- **Facilidad de gestión de operaciones.** Facilita el control a distancia a través de una plataforma interactiva de los equipos que componen el alumbrado, permitiendo conocer su estado de operación, dando la opción de apagar o encender las luminarias según los requerimientos del entorno.
- **Disponibilidad del servicio.** Por medio a pueden ser prevenidas y detectadas las averías por medio a la detección de problemas operativos (bombillas quemadas, altos voltajes, calentamiento excesivo etc.), con pueden ser tomadas acciones correctivas a tiempo con lo cual se garantiza la continuidad del servicio.
- **Información geo-referenciada.** Ofrece la localización precisa de los equipos instalados en el terreno, así como también permite la transmisión e intercambio informaciones entre el operador del sistema y los equipos instalados en terreno.
- **Optimización de las labores de reparación y mantenimiento.** Gracias a la fácil detección de anomalías en el sistema, en caso de ocurrencia de una falla es posible direccionar a la brigada al punto exacto en donde ocurrió la avería, además pueden ser planificada de manera más eficiente las labores de mantenimiento de acuerdo a los requerimientos de los equipos instalados.
- **Almacenamiento de datos.** Capacidad de registrar y almacenar datos sobre las operaciones realizadas, eventos ocurridos en el sistema y del consumo energético, que constituyen informaciones necesarias para la realizar análisis sobre el consumo de energía.

- **Cobro exacto de la energía inyectada a las redes eléctricas para el alumbrado.** Los datos registrados sobre el consumo de los equipos permitirá verificar la factura emitida al ayuntamiento por concepto de uso de energía eléctrica para fines de alumbrado público, lo cual evitara cobros indebidos.

Algunas desventajas o limitantes en la implementación de un Sistema de Telegestión para el alumbrado público son:

- Los costos de implementación en algunos casos suelen ser elevados.
- El software utilizado por el sistema, posee derechos de autor por lo que en algunos casos se requiere del pago periódico por concepto de actualizaciones y renovación de licencias.
- Podría requerir de servicios contratados para dar mantenimiento al sistema de telegestión.

## CONCLUSIONES

El alumbrado público constituye un servicio que tiene incidencia la calidad de vida de los ciudadanos y en el desarrollo de la economía de un país, por lo que las empresas eléctricas están obligadas a brindar y garantizar este servicio con los más altos estándares de calidad.

Los sistemas de telegestión del alumbrado público, son herramientas que permiten a través de un software, tener un control efectivo sobre el consumo de energía eléctrica en una instalación, además permiten el registro de datos, con los cuales se pueden verificar si se está realizando un ahorro de energía.

El uso de la tecnología permite mantener operando correctamente las luminarias, facilitando la detección de problemas de funcionamiento, con lo cual se reduce el tiempo para tomar acciones correctivas.

La telegestión optimiza las labores de mantenimiento, además permite dar seguimiento a la vida útil de las luminarias, con lo cual se puede realizar la sustitución a tiempo antes de que la misma deje de funcionar, garantizando de esta manera la continuidad del servicio.

Las personas encargadas del monitoreo de las redes de alumbrado, pueden realizar la supervisión del sistema desde cualquier lugar que estos se encuentren, pudiendo dar una respuesta rápida frente a cualquier eventualidad.

Con la telegestión se puede reducir el nivel de luminosidad de las luminarias para adecuarlas de acuerdo a la necesidad del ambiente, lo cual contribuye con la erradicación de la contaminación lumínica.

## **RECOMENDACIONES**

Es recomendable utilizar un sistema de telegestión donde software encargado de controlar el sistema de alumbrado pueda ser compatible con otros controladores de diferentes marcas con lo cual se puede tener la flexibilidad de utilizar varios tipos de luminarias.

Al momento de implementar un sistema de telegestión, la empresa deberá hacer una evaluación de la infraestructura de las redes de alumbrado existente con la finalidad de determinar las necesidades de iluminación, con lo cual podrá evaluar diferentes soluciones para adoptar la tecnología que este más acorde los requerimientos para brindar un servicio de calidad.

Al momento de seleccionar una tecnología en particular, se debe evaluar las prestaciones que ofrece el sistema por encima del costo de su implementación, de tal manera se podrá realizar un análisis preciso para calcular la tasa de retorno.

Al momento de evaluar una tecnología aplicada al alumbrado público, es recomendable involucrar a las áreas que intervienen en las labores de supervisión y mantenimiento para evaluar la funcionalidad que esta herramienta ofrece para las áreas operativas.

Es recomendable sustituir paulatinamente las luminarias de alta presión de sodio (HPS) por luminaria tipo LED, las cuales tienen una mayor vida útil y ofrece mayores prestaciones combinadas con los sistemas de telegestión.

## BIBLIOGRAFIA

- inventionary*. (11 de Febrero de 2011). Recuperado el 15 de Mayo de 2017, de inventionary:  
<http://www.inventionary.com.ar/2011/02/11/inventos-de-thomas-alva-edison/>
- sece*. (2012). Recuperado el 17 de Mayo de 2017, de sece:  
<http://www.sece.com/infosece/es/?id=123>
- bucaramanga.gov*. (24 de septiembre de 2014). Obtenido de bucamaramanga.gov:  
<http://alumbrado.bucaramanga.gov.co/galerias/ver-fotos/id/63>
- Intelilight*. (8 de Abril de 2014). Recuperado el 2 de Julio de 2017, de Intelilight:  
<https://intelilight.eu/intelilight-plc-streetlight-control-in-riyadh-the-capital-of-the-kingdom-of-saudi-arabia/>
- Alcaldía de Bucaramanga*. (18 de Marzo de 2015). Recuperado el 26 de Junio de 2017, de Alcaldía de Bucaramanga: <http://alumbrado.bucaramanga.gov.co/galerias/ver-fotos/id/63>
- Ayuntamiento Santo Domingo Este*. (Diciembre de 2015). Recuperado el 30 de Junio de 2017, de Ayuntamiento Santo Domingo Este:  
<http://asde.gob.do/images/docs/PMD%20SANTO%20DOMINGO%20ESTE.pdf>
- buenosaires*. (22 de Mayo de 2015). Recuperado el 28 de Junio de 2017, de buenosaires:  
<http://www.buenosaires.gob.ar/noticias/buenos-aires-una-ciudad-con-iluminacion-inteligente>
- eaton*. (24 de Noviembre de 2015). Recuperado el 22 de Mayo de 2017, de eaton:  
<http://thelightingresource.eaton.com/features/2015/a-brief-history-of-street-lighting>
- Clarín*. (13 de Junio de 2016). Recuperado el 28 de Junio de 2017, de Clarín:  
[https://www.clarin.com/ciudades/controlaran-alumbrado-publico-tiempo-real\\_0\\_VJ4whzu4b.html](https://www.clarin.com/ciudades/controlaran-alumbrado-publico-tiempo-real_0_VJ4whzu4b.html)
- Clarín*. (13 de Junio de 2016). Recuperado el 23 de Junio de 2017, de Clarín:  
[https://www.clarin.com/ciudades/controlaran-alumbrado-publico-tiempo-real\\_0\\_VJ4whzu4b.html](https://www.clarin.com/ciudades/controlaran-alumbrado-publico-tiempo-real_0_VJ4whzu4b.html)
- Oficina Nacional de Estadística*. (2016). Recuperado el 23 de Junio de 2017, de Oficina Nacional de Estadística: <http://www.one.gov.do/categoria/TuMunicipioEnCifras>
- Welight*. (2016). Recuperado el 2 de Julio de 2017, de Welight:  
[http://www.welightsolution.com/wp-content/uploads/2016/11/DossierWeLight\\_WSC.pdf](http://www.welightsolution.com/wp-content/uploads/2016/11/DossierWeLight_WSC.pdf)
- fragailuminacion*. (2 de Junio de 2017). Recuperado el 04 de Junio de 2017, de fragailuminacion:  
<http://www.fragailuminacion.com.ar/publicaciones/historia-de-la-iluminacion/>

- revistaei*. (8 de marzo de 2017). Obtenido de revistaei: <http://www.revistaei.cl/informes-tecnicos/iluminacion-inteligente-telegestion-logra-eficiencia-energetica-superior-al-60/>
- Allbiz*. (s.f.). Recuperado el 30 de junio de 2017, de <http://santiago.all.biz/luminarias-led-para-iluminacion-vial-luminaria-led-g20940#.WXU1fThDIU>
- Amaya Trinidad, P., & Díaz Aguilar, Á. (05 de Julio de 2016). *esmartcity*. Obtenido de esmartcity: <https://www.esmartcity.es/comunicaciones/casos-exito-telegestion-alumbrado-publico-30-municipios-provincia-cadiz>
- Arelsa*. (s.f.). Recuperado el 2 de Julio de 2017, de Arelsa: <https://www.arelisa.es/sistemas-de-telegestin>
- bekolite*. (s.f.). Recuperado el 18 de Mayo de 2017, de bekolite.com: [http://www.bekolite.com.mx/historia\\_ilumacion.html](http://www.bekolite.com.mx/historia_ilumacion.html)
- Bellis, M. (6 de Agosto de 2016). *thoughtco*. Recuperado el 04 de Mayo de 2017, de thoughtco.com: <https://www.thoughtco.com/history-of-lighting-and-lamps-1992089>
- Billion*. (s.f.). Recuperado el 2 de Julio de 2017, de Billion: <http://www.billion.com/about/Case%20Studies/Smart%20Lighting%20Control/Everlight>
- Bordón, L. E. (06 de Julio de 2016). *abc*. Recuperado el 06 de Mayo de 2017, de abc.com.py: <http://www.abc.com.py/edicion-impresa/suplementos/escolar/historia-de-la-iluminacion-593334.html>
- buenosaires*. (s.f.). Recuperado el 26 de Junio de 2017, de buenosaires: <http://www.buenosaires.gob.ar/noticias/horacio-rodriguez-larreta-visito-el-centro-de-control-de-telegestion-del-alumbrado-publico>
- Businesswire*. (s.f.). Recuperado el 2 de Julio de 2017, de Businesswire: <http://www.businesswire.com/news/home/20091110005452/en/Echelon-Announces-New-i.LON%C2%AE-SmartServer-2.0-Energy>
- Caminos, I. J. (2011). *CRITERIOS DE DISEÑO EN ILUMINACIÓN Y COLOR*. Buenos Aires: Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional – edUTecNe.
- CloverLED*. (s.f.). Recuperado el 22 de Junio de 2017, de CloverLED: <http://s438418480.mialojamiento.es/es/productos/farolas-solares>
- Condill, R. (25 de Diciembre de 2015). *El último Condill*. Recuperado el 22 de Junio de 2017, de El último Condill: <http://rafaelcondill.blogspot.com/2015/12/1968-el-oficio-de-farolero.html>
- Construnario*. (s.f.). Recuperado el 2 de Julio de 2017, de Construnario: <http://www.construnario.com/notiweb/25851/socelec-schreder-ha-instalado-su-sistema-de-telegestion-owlet-en-cataluna#>

- cree*. (s.f.). Recuperado el 22 de Junio de 2017, de cree:  
<http://lighting.cree.com/products/outdoor/street-and-roadway/ledway-series>
- Diloné, I. C. (s.f.). *familiabateyera*. Recuperado el 30 de Mayo de 2017, de familiabateyera:  
<http://familiabateyera.com/origen-del-primer-problema-de-los-contratos-electricos-en-republica-dominicana/>
- diseñoarquitectura*. (s.f.). Recuperado el 2 de Julio de 2017, de diseñoarquitectura:  
<http://www.diseñoarquitectura.cl/san-clemente-en-chile-primera-comuna-con-iluminacion-inteligente-schreder/>
- Ferretería La Grapa*. (s.f.). Recuperado el 22 de Junio de 2017, de Ferretería La Grapa:  
[http://ferreteriaलगrapa.com/portfolio\\_category/bujias-y-lamparas/](http://ferreteriaलगrapa.com/portfolio_category/bujias-y-lamparas/)
- Franco, F. (13 de Agosto de 2008). *hoy*. Recuperado el 22 de Mayo de 2017, de hoy:  
<http://hoy.com.do/alumbrado-electrico-llego-con-retraso-a-rd/>
- González Loaiza, P. D. (2014). *Telegestión del alumbrado público con tecnología LED. Estudio de un plan piloto para la Avenida Pio Jaramillo Alvarado de la Ciudad de Loja*. Universidad Nacional de Loja. Loja-Ecuador: Universidad Nacional de Loja.
- González, J. (5 de Marzo de 2017). *elnacional*. Recuperado el 1 de Julio de 2017, de elnacional:  
<http://elnacional.com.do/penumbra-en-calles-y-avenidas-de-la-capital/>
- HBS S.R.L.* (s.f.). Recuperado el 12 de julio de 2017, de HBS S.R.L.:  
<https://www.hbs.com.py/services.html?code=training>
- ISDE. Control y Automatización*. (s.f.). Recuperado el 2 de Julio de 2017, de ISDE. Control y Automatización: [http://www.isde-ing.com/ftp1/ISDE\\_Solucion\\_mixta\\_alumbrado.pdf](http://www.isde-ing.com/ftp1/ISDE_Solucion_mixta_alumbrado.pdf)
- Julian, S., & Martins, R. (05 de Octubre de 2016). *esmartcity*. Recuperado el 22 de Junio de 2017, de esmartcity: <https://www.esmartcity.es/comunicaciones/ejemplo-real-integracion-control-alumbrado-publico-sistema-gestion-ciudad-buenos-aires>
- ledyluz*. (s.f.). Recuperado el 22 de Junio de 2017, de ledyluz: <http://www.ledyluz.com/sodio-e40/771-44-lampara-sodio-alta-presion-tubular-e40-150-w.html>
- Martinez, A. (11 de Septiembre de 2008). *desenchufados*. Recuperado el 22 de Junio de 2017, de desenchufados: <http://desenchufados.net/tipos-de-bombilla/>
- Maven systems*. (s.f.). Recuperado el 2 de julio de 2017, de Maven systems:  
<http://www.mavensystems.com/smart-mesh.html>
- Monsalve Tapias, G. Á., Bedoya Arboleda, J. A., & Marín Jaramillo, O. A. (2009). *Telegestión del alumbrado público en Medellín*. Universidad de San Buenaventura, Facultad de Ingenierías. Ingeniería Electrónica. Medellín: Universidad de San Buenaventura.

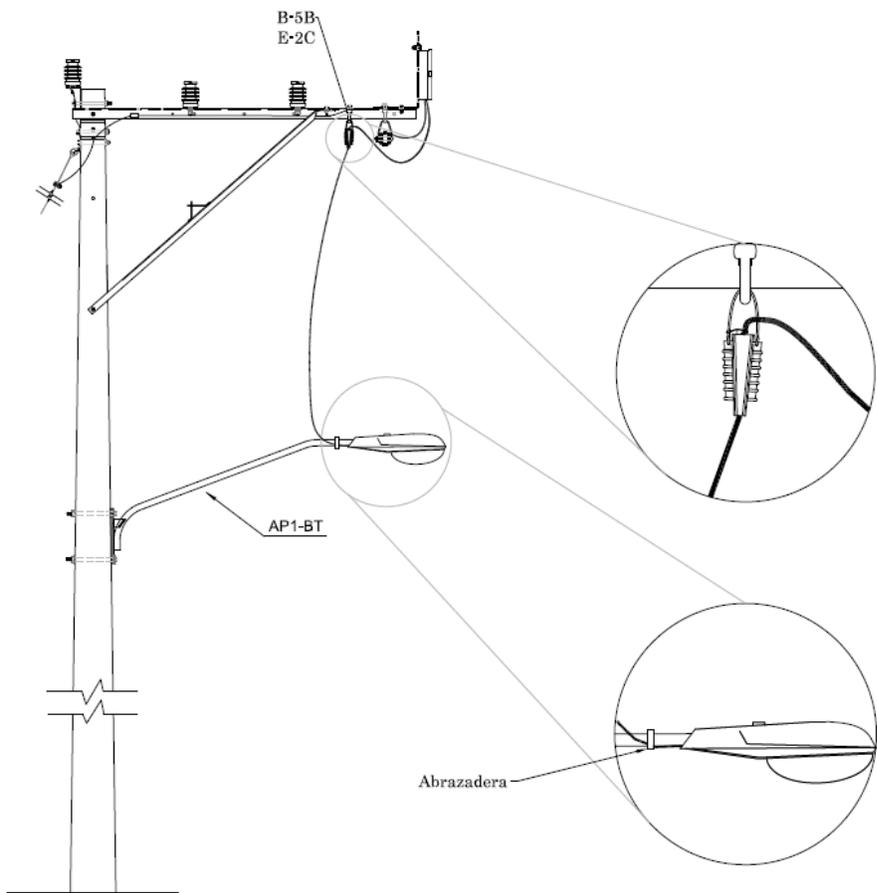
- Moreno Gil, J., & Romero Minassian, M. (2010). *EEAE. Reglamento de eficiencia energética en instalaciones alumbrado exterior*. Madrid, España: Paraninfo.
- OBS Business School*. (s.f.). Recuperado el 15 de Julio de 2017, de OBS Business School: <http://www.obs-edu.com/es/blog-project-management/conceptos-fundamentales-direccion-de-proyectos/que-es-un-proyecto-elementos-fases-y-tipos>
- Pérez Garrido, J. (19 de Septiembre de 2015). *newslettermagazine*. Recuperado el 12 de Mayo de 2017, de newslettermagazine: <http://www.newslettermagazine.com/una-tecnologia-de-mas-de-2000-anos-pudo-cambiar-el-curso-de-la-historia/>
- Ploue-smith, C. (12 de Octubre de 2015). *smartsheet*. Recuperado el 12 de Julio de 2017, de smartsheet: <https://es.smartsheet.com/blog/donde-puede-encontrar-las-mejores-plantillas-del-diagrama-de-gantt>
- Ramirez S., D. (18 de enero de 2013). *ecosdelsur*. Recuperado el 15 de junio de 2017, de ecosdelsur: [http://www.ecosdelsur.net/2013/01/historia-del-alumbrado-publico-de\\_18.html#.WVI4CuvhDIV](http://www.ecosdelsur.net/2013/01/historia-del-alumbrado-publico-de_18.html#.WVI4CuvhDIV)
- Ramirez S., D. (Enero de 2013). *noticiariobarahona*. Recuperado el 30 de Mayo de 2017, de noticiariobarahona: <http://www.noticiariobarahona.com/2013/01/historia-del-alumbrado-publico-de.html>
- Riquelme, P. (14 de Diciembre de 2015). *latercera*. Recuperado el 29 de Junio de 2017, de latercera: <http://www.latercera.com/noticia/el-pueblo-con-luz-inteligente/>
- Rubio Dobón, A. (2016 de febrero de 2016). *ELT-blog*. Recuperado el 2 de julio de 2017, de ELT-blog: <http://www.elt-blog.com/elt-a-la-vanguardia-gestion-remota-alumbrado-inteligente/>
- Sata*. (s.f.). Recuperado el 5 de Julio de 2017, de Sata: <http://www.sata.es/minos-system.php>
- Schreder*. (s.f.). Recuperado el 26 de Marzo de 2017, de Schreder: <http://www.schreder.com/es-es/proyectos/centrodetransportesdemadrid>
- Schreder. (s.f.). *Schreder*. (schreder.com, Editor) Recuperado el 11 de Abril de 2017, de Google: <http://www.schreder.com/es-es/proyectos/centrodetransportesdemadrid>
- Serviall*. (s.f.). Recuperado el 22 de Junio de 2017, de Serviall: <http://catalogo.serviall.cl/detalle/p-2018/Tubo-Fluorescente-40W-Luz-Dia>
- Sindmex*. (s.f.). Recuperado el 12 de Julio de 2017, de Sindmex: <http://sindmex.com/supervision-y-analisis-de-proyectos/>

- Suárez Acevedo, J. A. (2010). *Marco Teórico de la Telegestión del servicio de Alumbrado Público*. Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ingeniería Eléctrica . Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Tejada, D. (16 de Octubre de 2013). *El Nacional*. Recuperado el 12 de Julio de 2017, de El Nacional: <http://elnacional.com.do/autopista-las-americas-carece-de-iluminacion/>
- Tejada, D. (15 de Julio de 2014). *hoy*. Recuperado el 2 de Julio de 2017, de hoy: <http://hoy.com.do/asocian-falta-de-iluminacion-en-las-americas-y-accidentes-fatales/>
- Tejada, D. (16 de Junio de 2011). *El Nacional*. Recuperado el 28 de Junio de 2017, de El Nacional: <http://elnacional.com.do/siguen-asaltos-en-las-americas/>
- Tejada, D. (27 de Marzo de 2014). *Hoy*. Recuperado el 2 de Julio de 2017, de Hoy: <http://hoy.com.do/roban-cables-electricos-y-rompen-lamparas-en-las-americas/>
- Ventura, T. (9 de Diciembre de 2005). *Diario Libre*. Recuperado el 2 de Julio de 2017, de Diario Libre: <https://www.diariolibre.com/noticias/en-autopista-las-amricas-roban-el-tendido-elctrico-KTDL81963>
- Ventura, T. (23 de Abril de 2012). *Diario Libre*. Recuperado el 01 de Julio de 2017, de Diario Libre: <https://www.diariolibre.com/noticias/reportan-35-asaltos-a-viajeros-en-autopista-las-amricas-KIDL333283>

## ANEXOS

### Anexo 1. Estructuras utilizadas en el alumbrado Público de Republica Dominicana

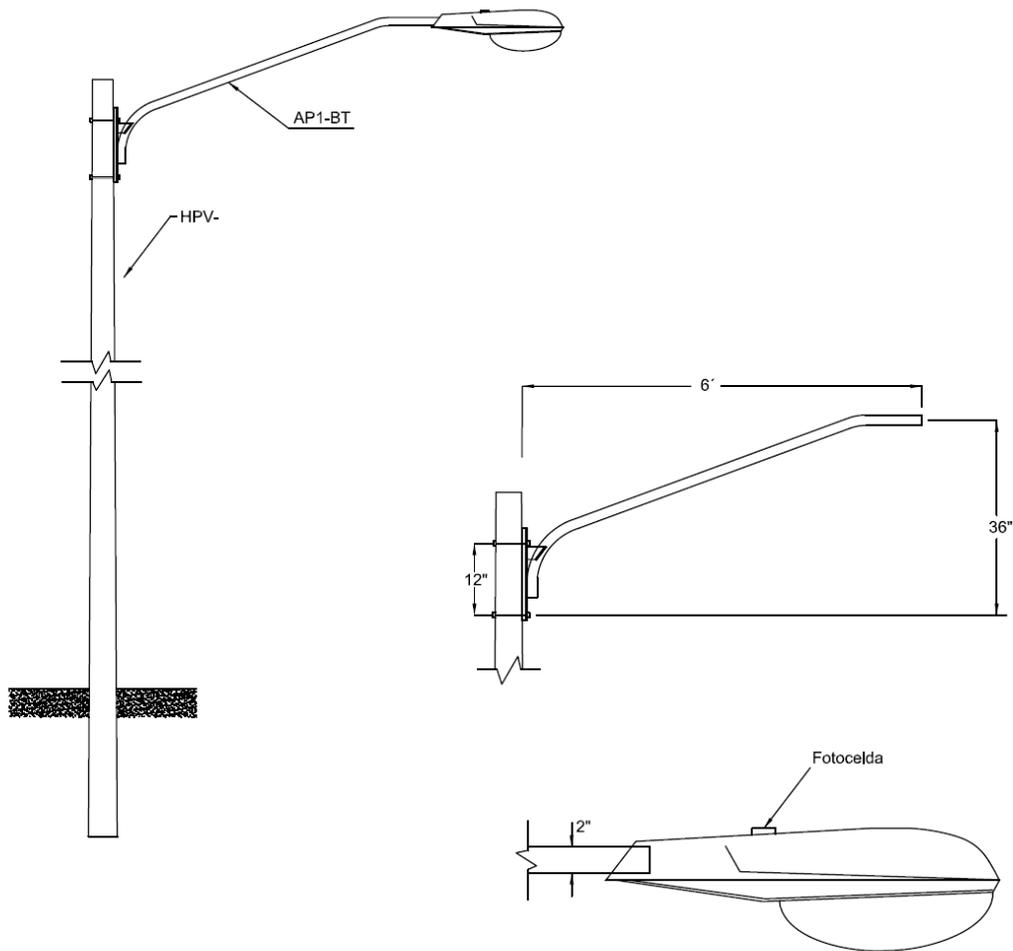
 <b>SUPERINTENDENCIA DE ELECTRICIDAD</b> ¡Garantía de todos!	<b>NORMAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCION PARA REDES ELECTRICAS DE DISTRIBUCION</b>	NRD - AE - II - 06 - 01 - 02 Fecha : Abr. 2015
	<b>ESTRUCTURAS DE ALUMBRADO PUBLICO</b>	Version Nº : 01 Pagina Nº : 05



<b>INSTALACION DE LUMINARIA CON BRAZO DE 6' EN ESTRUCTURA BT-DAAF Y DAE</b>					
Elaborado	- 2014	Sub-sección:	<b>ALUMBRADO PUBLICO</b>	CÓDIGO	AP-102
Revisado	- 2015			Pág.	1 de 2
Aprobado	- 2015			tv	

Normas emitidas por Resolución. SIE-29-2015-MEMI, del 29 de Mayo del 2015

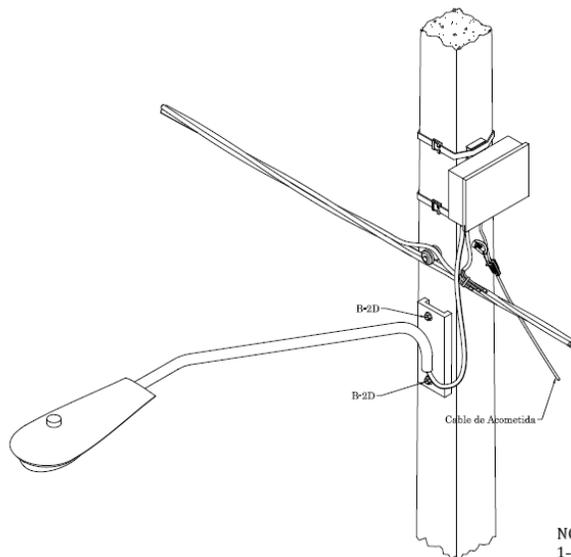
 <p>SUPERINTENDENCIA DE ELECTRICIDAD ¡ Garantía de todos !</p>	NORMAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCION PARA REDES ELECTRICAS DE DISTRIBUCION	NRD - AE - II - 06 - 01 - 01
	ESTRUCTURAS DE ALUMBRADO PUBLICO	Fecha : Abr, 2015
		Version N° : 01
		Pagina N° : 03



INSTALACION DE LUMINARIA CON BRAZO DE 6' EN ESTRUCTURA BT-DAC

Elaborado	- 2014	Sub-sección:	ALUMBRADO PUBLICO	CÓDIGO	AP-101
Revisado	- 2015			Pág.	1 de 2
Aprobado	- 2015				

Normas emitidas por Resolución. SIE-29-2015-MEMI, del 29 de Mayo del 2015



**NOTA:**  
1-Cuando la luminaria se instale en un poste donde no haya caja derivadora se alimentara del cable triplex mediante conectores dentados de perforación.

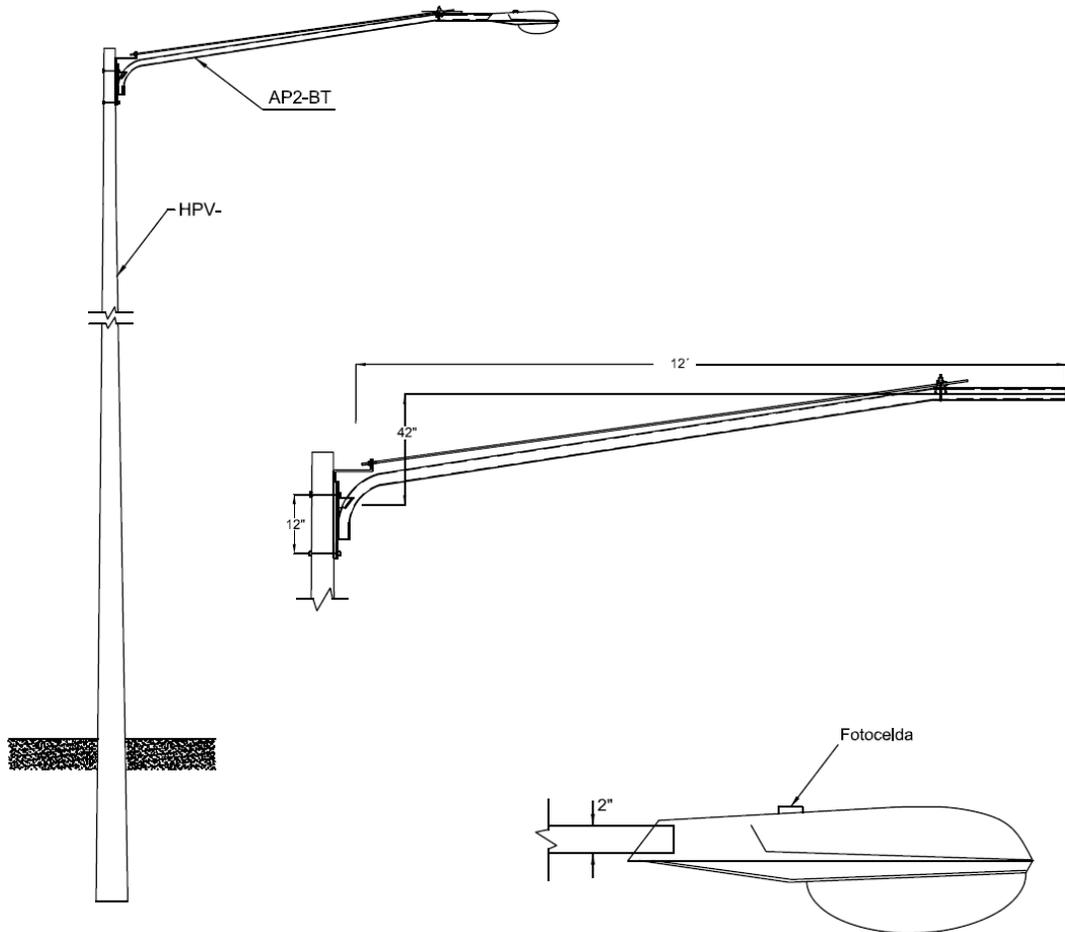
ENSAMBLES	CODIGO	CANT.	TOTAL	UNIDAD	DESCRIPCION	OBS.
AP1-BT			1	Cjto	SOPORTE LUMINARIA 6' PARA BAJA TENSION	
	B-2D	2	2	U	Tornillo de maquina cabeza cuadrada 5/8" x 12" (16 mm x 300 mm)	
	BR-1A	1	1	U	Brazo galvanizado de 6' para luminaria tipo cobra	
	CS-32E	4	4	m	Conductor control de Cu 3 x 12 AWG	
	F-5A	1	1	U	Fotocelda para luminaria de 105 - 305 V	
	LC-11	1	1	U	Luminaria tipo cobra HPS según capacidad requerida	(*1)
	LB-12	1	1	U	Bombilla de alta presión de sodio, según capacidad requerida	(*1)
	W-9C	2	2	U	Arandela cuadrada 2 1/4" x 2 1/4" (60 mm x 60 mm) para tornillo de 5/8" - 3/4"	
	W-10C	2	2	U	Arandela de presión para tornillo de 5/8" (16mm) (si se requiere)	
Varios						
	C-36BB	3	3	U	Conector de perforación 336 - #12	
	LB-12	1	1	U	Bombilla de alta presión de sodio, según capacidad requerida	(*1)

(\*1) Según requerimiento

**INSTALACION DE LUMINARIA CON BRAZO DE 6' EN ESTRUCTURA BT-DAC**

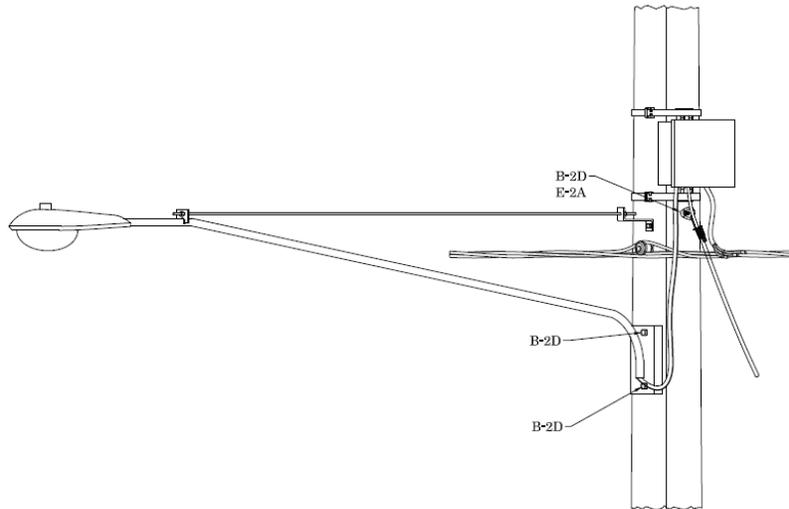
Elaborado	- 2014	Sub-sección:	ALUMBRADO PUBLICO	CÓDIGO	AP-101
Revisado	- 2015			Pág.	2 de 2
Aprobado	- 2015				

**ESTRUCTURAS DE ALUMBRADO PUBLICO**



**INSTALACION DE LUMINARIA CON BRAZO DE 12' EN ESTRUCTURA BT-DAC**

Elaborado	- 2014	Sub-sección:	ALUMBRADO PUBLICO	CÓDIGO	AP-103
Revisado	- 2015			Pág.	1 de 2
Aprobado	- 2015				



ENSAMBLAS	CODIGO	CANT.	TOTAL	UNIDAD	DESCRIPCION	OBS.
AP2-BT			1	Cjto	SOPORTE LUMINARIA 12' PARA BAJA TENSION	
	B-2D	3	3	U	Tornillo de maquina cabeza cuadrada 5/8" x 12" (16 mm x 300 mm)	
	BR-1B	1	1	U	Brazo galvanizado de 12' para luminaria tipo cobra	
	CS-32E	6	6	m	Conductor control de Cu 3 x 12 AWG	
	F-5A	1	1	U	Fotocelda para luminaria de 105 - 305 V	
	LC-11	1	1	U	Luminaria tipo cobra HPS según capacidad requerida	(*1)
	LB-12	1	1	U	Bombilla de alta presión de sodio, según capacidad requerida	(*1)
	W-9C	3	3	U	Arandela cuadrada 2 1/4" x 2 1/4" (60 mm x 60 mm) para tornillo de 5/8" - 3/4"	
	W-10C	3	3	U	Arandela de presión para tornillo de 5/8" (16mm) (si se requiere)	
Varios						
	C-36BB	3	3	U	Conector de perforación 336 - #12	
	B-2D	1	1	U	Tornillo de maquina cabeza cuadrada 5/8" x 12" (16 mm x 300 mm)	
	E-2A	1	1	U	Tuerca de ojo para tornillo de 5/8" (16mm)	
	LB-12	1	1	U	Bombilla de alta presión de sodio, según capacidad requerida	(*1)
	W-10B	1	1	U	Arandela de presión para tornillo de 1/2" (12mm)	

(\*1) Según requerimiento

**INSTALACION DE LUMINARIA CON BRAZO DE 12' EN ESTRUCTURA BT-DAC**

Elaborado	- 2014	Sub-sección:	ALUMBRADO PUBLICO	CÓDIGO	AP-103
Revisado	- 2015			Pág.	2 de 2
Aprobado	- 2015				