

1-1-2016

## Telegestión del servicio de alumbrado público inteligente para el Parque Metropolitano El Tunal ubicado en la ciudad de Bogotá

Anthony Michel Rodríguez Chaparro  
*Universidad de La Salle, Bogotá*

Follow this and additional works at: [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_electrica](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_electrica)

---

### Citación recomendada

Rodríguez Chaparro, A. M. (2016). Telegestión del servicio de alumbrado público inteligente para el Parque Metropolitano El Tunal ubicado en la ciudad de Bogotá. Retrieved from [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_electrica/132](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_electrica/132)

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ingeniería at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Ingeniería Eléctrica by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact [ciencia@lasalle.edu.co](mailto:ciencia@lasalle.edu.co).

**TELEGESTIÓN DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO INTELIGENTE  
PARA EL PARQUE METROPOLITANO EL TUNAL UBICADO EN LA CIUDAD  
DE BOGOTÁ**

**ANTHONY MICHEL RODRIGUEZ CHAPARRO**

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE  
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA  
BOGOTÁ D.C.  
2016**

**TELEGESTIÓN DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO INTELIGENTE  
PARA EL PARQUE METROPOLITANO EL TUNAL UBICADO EN LA CIUDAD  
DE BOGOTÁ**

**ANTHONY MICHEL RODRIGUEZ CHAPARRO**

**Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero  
Electricista**

**DIRECTOR:  
GUSTAVO ADOLFO ARCINIEGAS ROJAS  
INGENIERO ELECTRÓNICO Y DE SISTEMAS**

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE  
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA  
BOGOTA D.C.  
2016**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

## *DEDICATORIA*

*Antes que nada dedico este trabajo a Dios, que me ha permitido llegar hasta este punto de mi vida, y me ha colmado de bendiciones, no solo por la carrera que hoy culmino, sino por mi familia y todas las personas que conocí durante estos años y me han acompañado a alcanzar esta meta. A mi madre Alcira Chaparro Fonseca, quien con su amor y su apoyo incondicional me acompañó durante esta etapa de aprendizaje en mi vida, con sus buenos consejos me impulsó a mirar siempre hacia adelante, aprendiendo de mis errores y no rendirme bajo ninguna circunstancia. A mis Familiares y amigos, Que de una u otra forma me ayudaron y participaron para que lograra el presente éxito profesional. Gracias por sus palabras de aliento y fe en mí.*

## **AGRADECIMIENTOS**

- A mi madre por el acompañamiento y apoyo incondicional, tanto económico como emocional, a lo largo de la carrera universitaria, en el desarrollo del trabajo de grado y en general a lo largo de mi trayectoria como persona y como futuro profesional.
- A la Universidad de La Salle por brindarme los espacios para la formación como profesional.
- Al Ingeniero Gustavo Adolfo Arciniegas Rojas, por su acompañamiento y disposición de trabajo a lo largo del desarrollo del proyecto de grado. Por confiar en mí y por dar a conocer sus saberes.
- Al Ingeniero Antonio Bernal Acosta, por su apoyo académico tanto como profesor y como Director del programa de Ingeniería Eléctrica.
- Programa de ingeniería eléctrica, por el seguimiento en mi crecimiento académico y profesional, por garantizar profesores que nos inspiran a ser excelentes profesionales.

## Contenido

Lista de Abreviaturas.....	X
Resumen .....	1
Abstract.....	2
Introducción.....	3
1 Conceptualización y estado del arte del alumbrado .....	4
1.1 Niveles de un sistema de telegestión. ....	5
1.2 Primer Nivel.....	5
1.3 Segundo nivel .....	6
1.4 Tercer nivel .....	6
1.5 Comunicaciones en un sistema de telegestión.....	7
1.6 Redes inalámbricas .....	8
1.7 Planteamiento del problema.....	8
2 Caracterización eléctrica e iluminación del parque metropolitano el tunal.....	10
2.1 Tipo de bombilla.....	11
2.2 Postería.....	11
2.3 Ubicación en plano de planta de las luminarias.....	12
2.4 Diagrama unifilar de los circuitos de alumbrado exterior .....	13
2.5 Inventario .....	19
2.6 Criterios de diseño de alumbrado público .....	21
2.7 Tecnologías existentes para el propósito .....	22
2.7.1 Tecnología de luminaria led .....	25
2.7.2 Tecnologías de sistemas de telegestión (2).....	28
2.8 Propuestas de Luminaria (2) .....	31
3 Diseño del sistema inteligente de telegestión.....	34
3.1 Metodología: .....	34

4	Comparación de las propuestas .....	38
4.1	Comparación técnica.....	38
4.2	Comparación financiera.....	39
4.2.1	Aspectos que favorecen el desarrollo de este tipo de proyectos.....	39
4.2.2	COSTOS.....	40
4.2.3	Costos de Operación.....	41
5	Energía eléctrica vs ingreso de público al parque .....	44
6	Recomendación al operador de red .....	46
7	Conclusiones.....	47
8	Anexos.....	52



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Circuitos y cantidad de luminarias S/E Puerta 1.....	19
Tabla 2 Circuitos y cantidad de luminarias S/E Puerta 2.....	19
Tabla 3 Circuitos y cantidad de luminarias S/E Puerta 5.....	20
Tabla 4 Circuitos y cantidad de luminarias S/E Puerta 6.....	20
Tabla 5 Circuitos y cantidad de luminarias S/E TR1-3.....	20
Tabla 6 Características Técnicas y Eléctricas de luminaria TECEO.....	26
Tabla 7 Características técnicas de la luminaria GreenWay 64 leds.....	32
Tabla 8 Comparación de ventajas de las luminarias.....	37
Tabla 9 Costos de instalación e inversión.....	39
Tabla 10 Consumo de energía de cada tipo de luminaria para el diseño.....	41
Tabla 11 Costo del sistema de alumbrado público parque el tunal .....	41

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Subestación Puerta 1 de 75 kVA.....	14
Ilustración 2 Subestación Puerta 2 de 112,5 kVA.....	15
Ilustración 3 Subestación Puerta 5 de 75 kVA.....	16
Ilustración 4 Subestación Puerta 6 de 75 kVA.....	17
Ilustración 5 Subestación TR1-3 225 kVA.....	18
Ilustración 6. Controlador de la luminaria exterior, El Luco NX.....	22
Ilustración 7. Diagrama de puntos de conexión.....	23
Ilustración 8. Controlador de Segmento o OLC.....	23
Ilustración 9. Dispositivos desde donde hacer telegestión con Owlet Nigshift.....	24
Ilustración 10. Diagrama de operación del Sistema Owlet.....	24
Ilustración 11. Luminaria con tecnología led, TECEO.....	25
Ilustración 12. Diferentes inclinaciones, posición e instalación de la luminaria TECEO....	28
Ilustración 13. Dimensión de la luminaria TECEO.....	27
Ilustración 14. Esquema de funcionamiento del sistema StarSense Wireless.....	28
Ilustración 15. Resumen de funcionalidades de la plataforma City Touch.....	29
Ilustración 16. Controlador de Segmento, fuente, protección y Cableado.....	30
Ilustración 17. Luminaria GreenWay de 64 leds.....	33
Ilustración 18. Dimensión de la luminaria GreenWay.....	33

## Lista de Abreviaturas

cd	Candelas
cm	Centímetro
<i>R1..R4</i>	Clases de superficie
<i>q</i>	Coeficiente de luminancia
CU	Coeficiente ó factor de utilización de las luminarias
<i>Qo</i>	Coeficiente promedio de de luminancia
<i>r</i>	Coeficiente reducido de luminancia
CREG	Comisión de regulación de energía y gas
C	Contraste
DPEA	Densidad de potencia eléctrica
LED	Diodos emisores de luz
CO2	Dióxido de Carbono
$\eta$	Eficacia lumínica
ECTC	Electronic Components and Technology Conference
<i>Q</i>	Energía radiante
FM	Factor de mantenimiento
<i>Uo</i>	Factor de uniformidad general
<i>UL</i>	Factor de uniformidad longitudinal de luminancia
$\phi$	Flujo luminoso
$\Phi R$	Flujo luminoso reflejado
$\Phi i$	Flujo luminosos incidente
HID	Gas a alta presión
GWh	Gigavatios hora
ip	Grados de hermeticidad
<i>E</i>	Iluminancia
E	Iluminancia
<i>Eh</i>	Iluminancia horizontal en el punto p.
<i>T.I.</i>	Incremento de umbral
T.I.	Incremento del umbral
CRI ó Ra	Índice de reproducción cromática
Ra	Índice de reproducción cromática
<i>K</i>	Índice del local
I	Intensidad luminosa
KWh	Kilovatios hora
$\lambda$	Longitud de onda
<i>lm</i>	Lúmen
L	Luminancia
<i>Lv</i>	Luminancia de velo equivalente
<i>Lf</i>	Luminancia del fondo
<i>Lo</i>	Luminancia del objeto
<i>Lmin</i>	Luminancia mínima
<i>Lprom</i>	Luminancia promedio

$lx$	Lux
MUAP	Manual Único de Alumbrado Público
$m^2$	Metro Cuadrado
NEMA	National Electrical Manufacturers Association (Asociación Nacional de fabricantes Eléctricos)
NTC	Norma técnica colombiana
\$	Pesos
%	Por ciento
P	Potencia eléctrica
UV	Radiación ultravioleta
$\rho$	Reflectancia de una superficie
RETILAP	Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público
$ik$	Resistencia al impacto
AP	Sistema de alumbrado público
SSPD	Superintendencia de servicios públicos Domiciliarios
V	Tensión
T	Tránsito de vehículos
UAESP	Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos
W	Vatios
$v$	Velocidad de circulación

## **Resumen**

Con esta propuesta de proyecto de grado, la idea central fué hacer una visualización de los parámetros para poder llevar a cabo un estudio de **TELEGESTIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PARQUE METROPOLITANO EL TUNAL** en la cual pretendo telegestionar el sistema del alumbrado de forma moderna, inteligente, independiente y remota; además de observar un ahorro de energía con el cual lugares como este parque al cierre de sus instalaciones 6:00 p.m. a 6:00 a.m. tengan una intensidad luminosa un poco más baja en determinadas zonas a comparación de los tramos que necesitan un elevado nivel de iluminación.

También detallar los consumos generados en el ámbito eléctrico, es de gran importancia la caracterización del sistema actual de *TELEGESTIÓN* donde sea posible brindar las sugerencias para ofrecer un mejoramiento de uso eficiente de la energía, vale la pena aclarar que se ofrecen opciones para una óptima utilización del servicio sin afectar la calidad lumínica ofrecida.

## **Abstract**

With this project proposal degree, the central idea was to make a display parameters to conduct a study **REMOTE MANAGEMENT SYSTEM OF STREET LIGHTING IN THE METROPOLITAN PARK THE TUNAL** in which I intend to remotely manage the lighting system in a modern way , intelligent, independent and remote; Besides observing energy savings with which places like the park at the end of its facilities 6:00 pm to 6:00 am having a slightly lower light intensity in certain areas to compare the sections that need a high level of lighting.

Also detail the consumption generated by the electric field, it is very important the characterization of the current system where possible **TELEMANAGEMENT** provide suggestions to provide an improvement in energy efficiency, it is worth noting that options are offered for optimal use service without affecting the light quality offered.

## **Introducción**

La realización del estudio de Telegestión de alumbrado público para el parque metropolitano el Tunal, consiste en analizar los consumos de energía los cuales suelen ser muy elevados, esto debido a la antigüedad de muchas de las instalaciones eléctricas de alumbrado público al interior del parque y del tipo de diseño de iluminación, esto conlleva a un aprovechamiento poco eficiente de la energía lumínica producida por los dispositivos, sistemas de iluminación y unos elevados niveles de contaminación lumínica.

Todas estas razones más la poca afluencia de usuarios del parque en determinados sectores debido al cierre, hacen que se den cuestionamientos y diagnósticos de la necesidad de tener a plenitud el funcionamiento del alumbrado interno del parque con el fin de mejorar el servicio a los ciudadanos, reducir su consumo, disminuir su costo y facilitar su mantenimiento.

La iluminación representa entre el 20% y el 35% del consumo total de la energía eléctrica, es por ello que la utilización tecnológica en sistemas de iluminación, trae consigo ventajas como: reducciones drásticas en el uso de energía, reducción de contaminación lumínica, beneficios ambientales y económicos.

## **1 Conceptualización y estado del arte del alumbrado**

La historia del alumbrado público eléctrico en Colombia se remonta hacia los años 1889, creándose la compañías de carácter privado (Bogotá *electric light co*) en la ciudad de Bogotá y algunos municipios de Cundinamarca contratados por el gobierno nacional buscando que se cumplieran funciones de seguridad en plazas públicas y calles principales con tecnología de fuente luminosa, lámparas de arco luminoso. Sin embargo esta tecnología no tuvo éxito por problemas técnicos debido a su frecuente mantenimiento en cambio de electrodos y económicas por sus poca eficiencia, pérdidas eléctricas comparándolo con el bombillo de filamento incandescente.

Siete años después, hacia 1896 se crea la hidroeléctrica el Charquito sobre el río Bogotá por la empresa Samper Busch y compañía, la cual a su vez manejaba el alumbrado público de Bogotá y sus alrededores. Desde aquí comienza la continuidad del alumbrado público en Bogotá, el cual se ha ido transformando y modernizando mediante políticas públicas con ejecuciones privadas incentivando la competitividad y el desarrollo de proyectos con nuevas tecnologías.

En la actualidad la UAESP (Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos), es la encargada de administrar, supervisar e intervenir en todo lo relacionado al tema del alumbrado público de la ciudad de Bogotá, soportada en los requerimiento técnicos del RETILAP, (Reglamento Técnico de Instalaciones de Iluminación y Alumbrado Público) y por las regulaciones tarifarias de la CREG (Comisión de Regulación de Energía y Gas).

Los sistemas de alumbrado público siempre han sido de gran importancia para la comunidad al brindar seguridad y comodidad a cualquier persona, por ello es un bien público; sin embargo no está excluido de que sea un modelo de negocio atractivo para particulares y una necesidad recurrente en el desarrollo de las ciudades, en especial sus parques, avenidas, plazas públicas. En un análisis al impacto de la modernización del alumbrado público en Bogotá se evidencia en un crecimiento anual de los costos de alumbrado público para el distrito, Por lo cual la administración distrital busca constantemente su disminución mediante este proyecto busca dar continuidad a este desarrollo y actualización de los sistemas eléctricos de alumbrado público e integrar un



sistema de telegestión con luminarias, fuente lumínica led buscando un ahorro energético, comodidad, y confiabilidad del sistema para usuarios y administradores del Parque Metropolitano el Tunal.

El Alumbrado Público es de gran importancia para la sociedad debido a que son una fuente de consumo importante de la energía en una ciudad como Bogotá ( hacia el 2010 el alumbrado público representaba el 3,5%, con 5945 GWh, 210 GWh año de consumo de energía eléctrica de la ciudad) y su disminución traería consigo importantes cambios que benefician tanto a los generadores como a los consumidores de energía y más importante aún, impactarán favorablemente al medio ambiente, generado con el uso de nuevas tecnologías que contribuyan a un beneficio social como lo sería para la comunidad que usa y las personas que administran la seguridad en el parque metropolitano el Tunal.

### **1.1 Niveles de un sistema de telegestión.**

El sistema de alumbrado público, bajo un modelo de telegestión, está fuertemente correlacionado con los principios de optimización de los recursos y beneficios, como es el ahorro de la energía, mejorar la calidad junto con la confiabilidad del servicio de alumbrado ofrecido a determinada comunidad como se propone para un sector público como el **PARQUE METROPOLITANO EL TUNAL**. De acuerdo con las múltiples alternativas ofrecidas en el mercado se plantea un modelo de telegestión dividido en tres niveles.

### **1.2 Primer Nivel**

Constituido por los equipos instalados en las luminarias, los cuales reportan el estado de su información y hacen el control de cada punto luminoso. Éste nivel detecta el funcionamiento y reporta las fallas que se pueden presentar en sus componentes, transmitiendo los datos al siguiente nivel de control, mediante un sistema de comunicación.

Suele constar del balasto electrónico, sensores de temperatura, protecciones eléctricas a fallas para evitar daño en la luminaria, para anteponerse con nuestro caso se refiere al dispositivo OLC, controlador de la luminaria en sitio.

### **1.3 Segundo nivel**

Conformado por los equipos instalados en los centros de distribución, donde se hace el control para cada circuito exclusivo de Alumbrado Público en baja tensión, en resumen son concentradores que registran los eventos, las maniobras necesarias, miden o registran los diferentes parámetros eléctricos, registran anomalías o averías en cada circuito de baja tensión. Desde estos concentradores se transmite al nivel superior la información recibida de cada una de las luminarias existentes en los circuitos exclusivos de alumbrado, y la propia que se llegue a generar por la operación misma del centro de distribución.

Para el caso que nos acontece podemos decir que el segundo nivel son los controladores de segmentos que centralizan la información de cierta parte del total de las luminarias que están divididas por circuitos y es en el tablero de control de estos circuitos que deben instalarse.

### **1.4 Tercer nivel**

Responde al centro de control o sala de operación de sistema de Alumbrado Público, en este lugar se recibe la información de los centros de distribución, y se gestiona la operación de los componentes del sistema, en él se realizan los análisis y se determinan los correctivos que sean necesarios, permite la supervisión y control de la información del sistema, mediante una unidad de mando central, recibe la información de los otros dos niveles a través del sistema de comunicación y se gestiona la totalidad de la información, se hace el análisis, se determinan las respuestas operativas a todos los eventos y se centraliza toda la información y control de las diferentes bases de datos que interactúan en el funcionamiento de un sistema de alumbrado; lleva el procesamiento de todas las señales, genera despliegues gráficos, listas de alarmas, eventos, reportes, realiza los análisis y elabora el cálculo de indicadores. El software de telegestión del servicio de alumbrado que se elija para el centro de control, debe interactuar con el sistema de información de la infraestructura (base de datos de la infraestructura), con el sistema de atención de quejas y reclamos, y mantenimiento del servicio y con el sistema de gestión de la red eléctrica de media y baja tensión.

Los dos sistemas de telegestión a utilizar son respectivamente de los fabricantes evaluados en el proyecto. Teniendo en cuenta similar tecnología de comunicación y puede interactuar con el sistema de quejas y reclamos para que se le haga mantenimiento prioritario (menor a 72 horas).

### **1.5 Comunicaciones en un sistema de telegestión**

Los tres niveles de telegestión están relacionados a través de un sistema de telecomunicaciones, el cual se encarga de la transmisión de la información al centro de control y desde el centro de control a los diferentes componentes del Sistema de Alumbrado Público. Existen varios medios de comunicación que se han venido utilizando como son onda portadora (PLC) y comunicaciones inalámbricas como radio, WIFI, ZIG BEE, telefonía celular (GPRS/3G).

Mediante el módulo de comunicaciones se transmiten las diferentes señales de estado de cada uno de los componentes del sistema de alumbrado, las cuales son almacenadas en bases de datos, que soportan interfaces gráficas del software adoptado para el centro de control. Los operadores, pueden acceder a los datos generados desde los diversos elementos del sistema de alumbrado, determinando las respuestas a los diferentes eventos asociados.

A continuación se presenta una breve descripción de los principales sistemas de comunicación utilizados para la telegestión del servicio de Alumbrado Público teniendo como referencia el marco teórico establecido en el trabajo.

## 1.6 Redes inalámbricas

**WIMAX**, son las siglas de *Worldwide Interoperability for Microwave Access* (interoperabilidad mundial para acceso por microondas). Es una norma de transmisión de datos usando ondas de radio. Es una tecnología dentro de las conocidas como tecnologías de última milla, también conocidas como bucle local que permite la recepción de datos por microondas y retransmisión por ondas de radio. El protocolo que caracteriza esta tecnología es el IEEE 802.16. Una de sus ventajas es dar servicios de banda ancha en zonas donde el despliegue de cable o fibra por la baja densidad de población presenta unos costos por usuario muy elevados (zonas rurales). El único organismo habilitado para certificar el cumplimiento del estándar y la interoperabilidad entre equipamiento de distintos fabricantes es el Wimax Forum; todo equipamiento que no cuente con esta certificación, no puede garantizar su interoperabilidad con otros productos.

Los perfiles del equipamiento que existen actualmente en el mercado; compatibles con WiMAX, son exclusivamente para las frecuencias de 2.5, 3.5, 5.4 GHz como puede comprobarse en la base de datos de WiMax Forum. **Ver Anexo 1**

Mediante el siguiente proyecto se busca dar continuidad a este desarrollo y actualización de los sistemas eléctricos de alumbrado público e integrar un sistema de telegestión con luminarias con tecnología led buscando un ahorro energético, comodidad, y confiabilidad del sistema para usuarios y administradores del Parque Metropolitano el Tunal.

## 1.7 Planteamiento del problema

Empezando haciendo preguntas sencillas pero que en ocasiones pasan inadvertidas. ¿Por qué las calles, plazas y parques son lugares que sólo se disfrutan en el día?; ¿Por qué en los espacios públicos sin iluminación sólo hay peligro?; ¿La única forma de pensar en mejorar la iluminación en la ciudad es aumentar el número de luminarias?; ¿Por qué no transformar espacios abandonados, sucios, inseguros o solitarios, como los parques Metropolitanos de Bogotá, en lugares que invitan a la gente a caminarlos y desarrollar actividades recreativas nocturnas o de entretenimiento?; ¿Por qué no repensar otras formas de iluminar las ciudades e incluirlas como parte del diseño urbano y la planeación?

La respuesta a estas preguntas puede estar en que el alumbrado público que ha sido diseñado como un servicio para iluminar vías y espacios dejando de lado el impacto de cohesión social que genera un hábitat bien iluminado. Un enfoque que ha olvidado que detrás de la luz hay toda una ciencia con capacidad de transformar espacios hostiles en lugares para frecuentar en la noche sin temores por la inseguridad.

La realización del estudio de telegestión de alumbrado público para el Parque Metropolitano El Tunal, parte de una serie de premisas eléctricas, de seguridad física, de eficiencia energética e impacto ambiental, que resumiré de la siguiente manera:

- La iluminación nocturna del parque metropolitano el Tunal es deficiente, de las 497 luminarias de sodio de alta presión, 70W, solo funcionan el 65%.
- El riesgo a la seguridad física de las personas y en especial del personal de seguridad del parque aumenta por la cantidad de puntos oscuros sin iluminar.
- Poca afluencia de usuarios del parque en determinados sectores debido al cierre, hacen que comiencen cuestionamientos y diagnósticos de la necesidad de tener a plenitud el funcionamiento del alumbrado interno del parque con el fin de mejorar el servicio a los ciudadanos, reducir su consumo, disminuir su costo y facilitar su mantenimiento.
- La necesidad de encajar con las políticas públicas de eficiencia energética de acuerdo a la guía del buen uso de la energía promovida por la UAESP, así como la integración al sistema de gestión integral de la energía, soportadas en tratados internacionales suscritos por el país, son argumentos válidos para adelantar un proyecto de telegestión y cambio de fuente de iluminación al parque Metropolitano El Tunal.

## 2 Caracterización eléctrica e iluminación del parque metropolitano el tunal

Para poder llevar a cabo la aplicación de un sistema de telegestión de alumbrado público del parque Metropolitano el Tunal, se debe disponer de cierta información con anterioridad.

Esta información debe ser un inventario de la red eléctrica de alumbrado público en donde se puedan establecer datos como: número de cantidad de luminarias, postería utilizada, ubicación en plano de planta de las luminarias, tipo de luminaria, diagrama unifilar de los circuitos de alumbrado. **Ver figura 1**

Figura 1. Plano de planta parque Metropolitano El Tunal



Fuente IDRD

De acuerdo a lo anterior y al levantamiento de campo, se obtiene para el parque el Tunal la siguiente caracterización:

## **2.1 Tipo de bombilla**

De acuerdo al levantamiento llevado a cabo en el mes de febrero de 2015, el Parque Metropolitano El Tunal cuenta con dos tipos de luminarias:

- Bombilla de sodio de 70W, utilizada para los senderos peatonales, senderos perimetrales, ciclo ruta, e iluminación de kioscos. **Ver tabla 1**
- Luminaria con bombilla tipo metal Halide de 400W, la cual se utiliza en el alumbrado del estadio de fútbol, la cancha de fútbol, estadio de tenis, jardín de juegos para niños y parqueaderos, plazoleta central. **Ver tabla 2**

## **2.2 Postería**

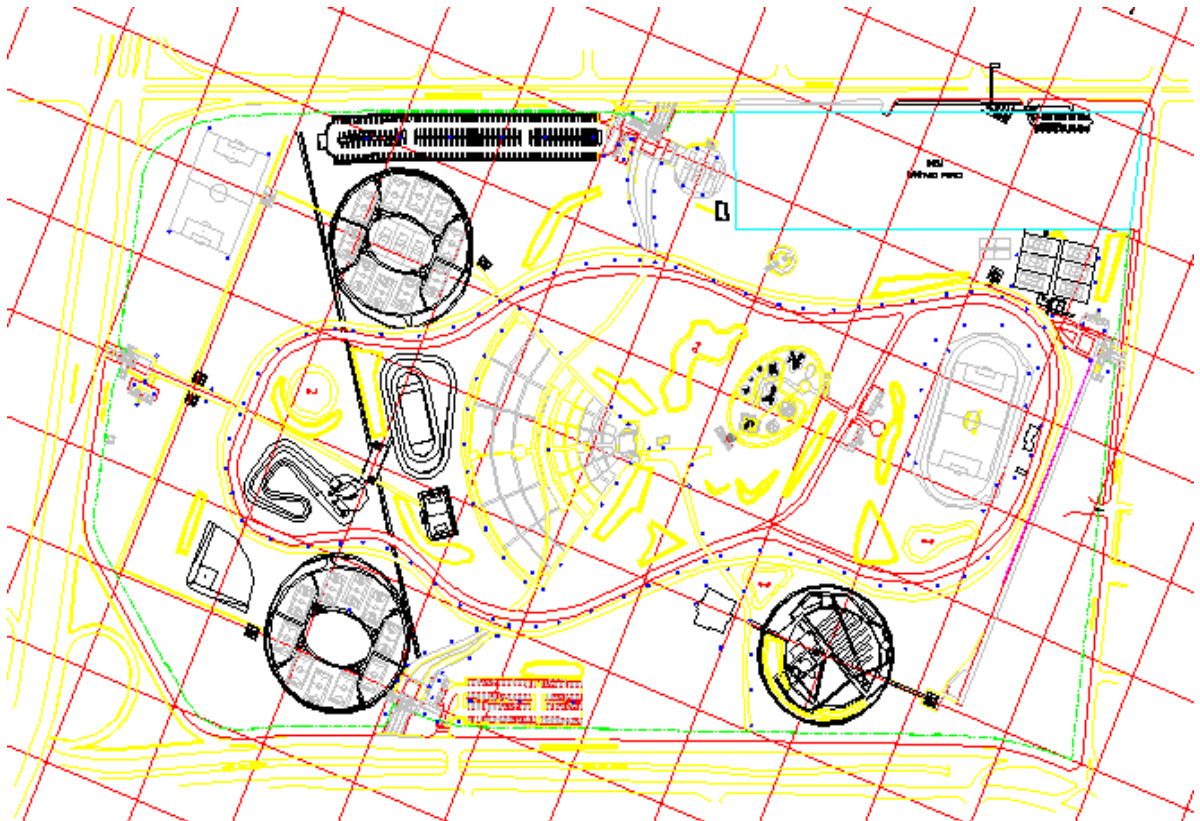
En el levantamiento se encontraron postes y torrecillas que se utilizan para el alumbrado público del parque el Tunal:

- Poste metálico con doble luminaria, de altura 10,5 m, el cual utiliza una bombilla de sodio, utilizada para alumbrar los senderos peatonales, senderos perimetrales ciclo ruta, e iluminación de kioscos. **Ver tablas 3**
- Torrecilla de 22 m de altura con luminaria cuadrada y bombilla Metal Halide, la cual se utiliza en el alumbrado del estadio de fútbol, la cancha de fútbol, estadio de tenis y jardín de juegos para niños y parqueaderos de autos. **Ver tablas 4**

### 2.3 Ubicación en plano de planta de las luminarias

Para la ubicación geográfica de las luminarias, se utilizó el plano de planta del parque el Tunal y se procedió a hacer el levantamiento como lo muestra la siguiente figura. Ver figura 2

Figura 2. Plano arquitectónico Tunal



Fuente. IDR

- Los símbolos en forma de círculo indican postería de 10.2m, con doble luminaria (anexo plano en AutoCAD)
- Los símbolos en forma de cuadro indican las torres de 22 m de altura, con diferente cantidad de luminarias. (anexo plano en AutoCAD)



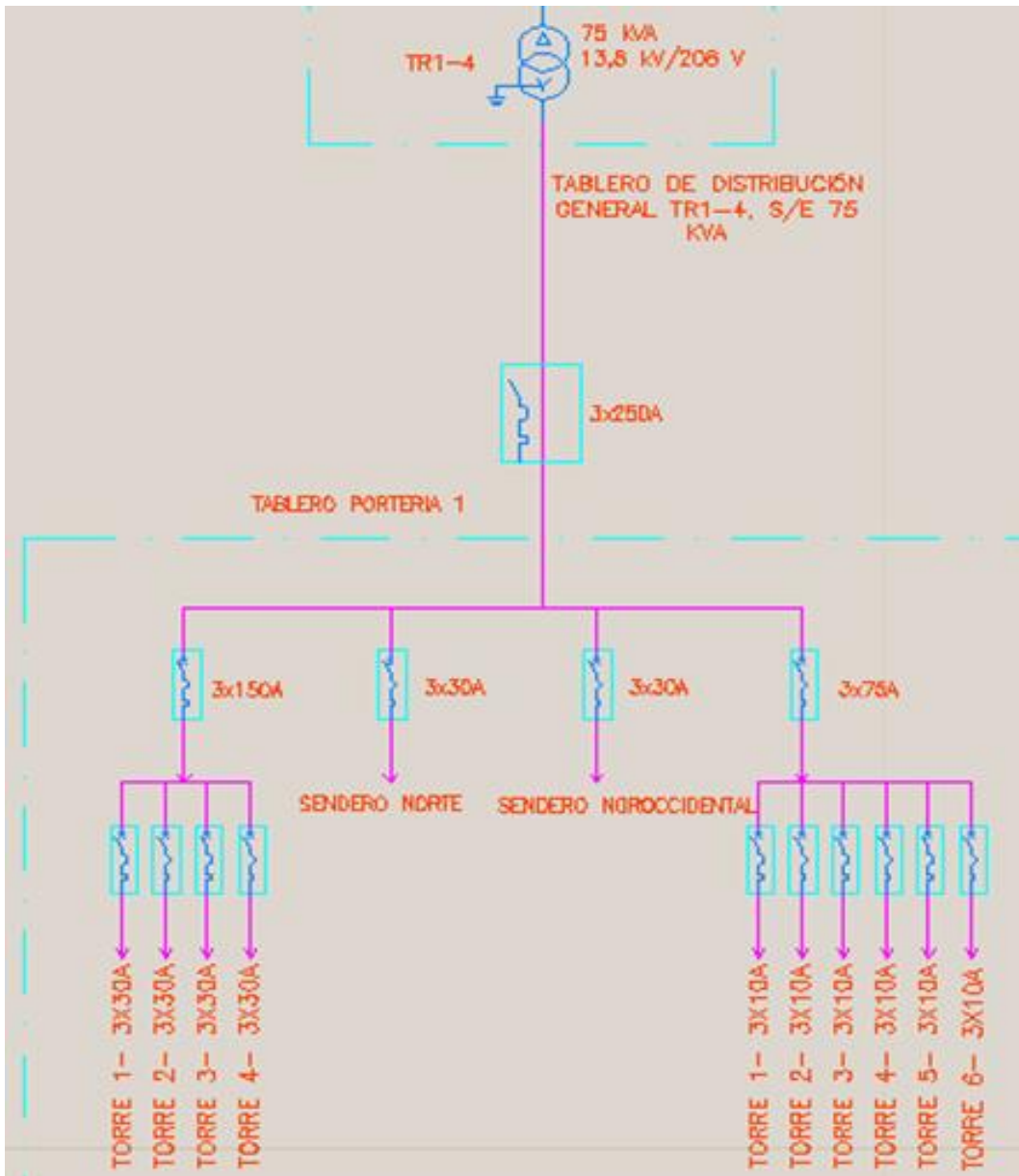
## **2.4 Diagrama unifilar de los circuitos de alumbrado exterior**

En resumen la iluminación exterior del parque el Tunal depende de 5 subestaciones tipo pedestal que se encuentran al interior del parque ubicada en las inmediaciones de cada puerta de acceso al parque y otra en inmediaciones de la plazoleta central. **Ver**

### **Diagrama 1**

- Subestación 1 : 75 kVA
- Subestación 2: 112.5 kVA
- Subestación 3: 75 kVA
- Subestación 4: 75 kVA
- Subestación 5: 225 kVA

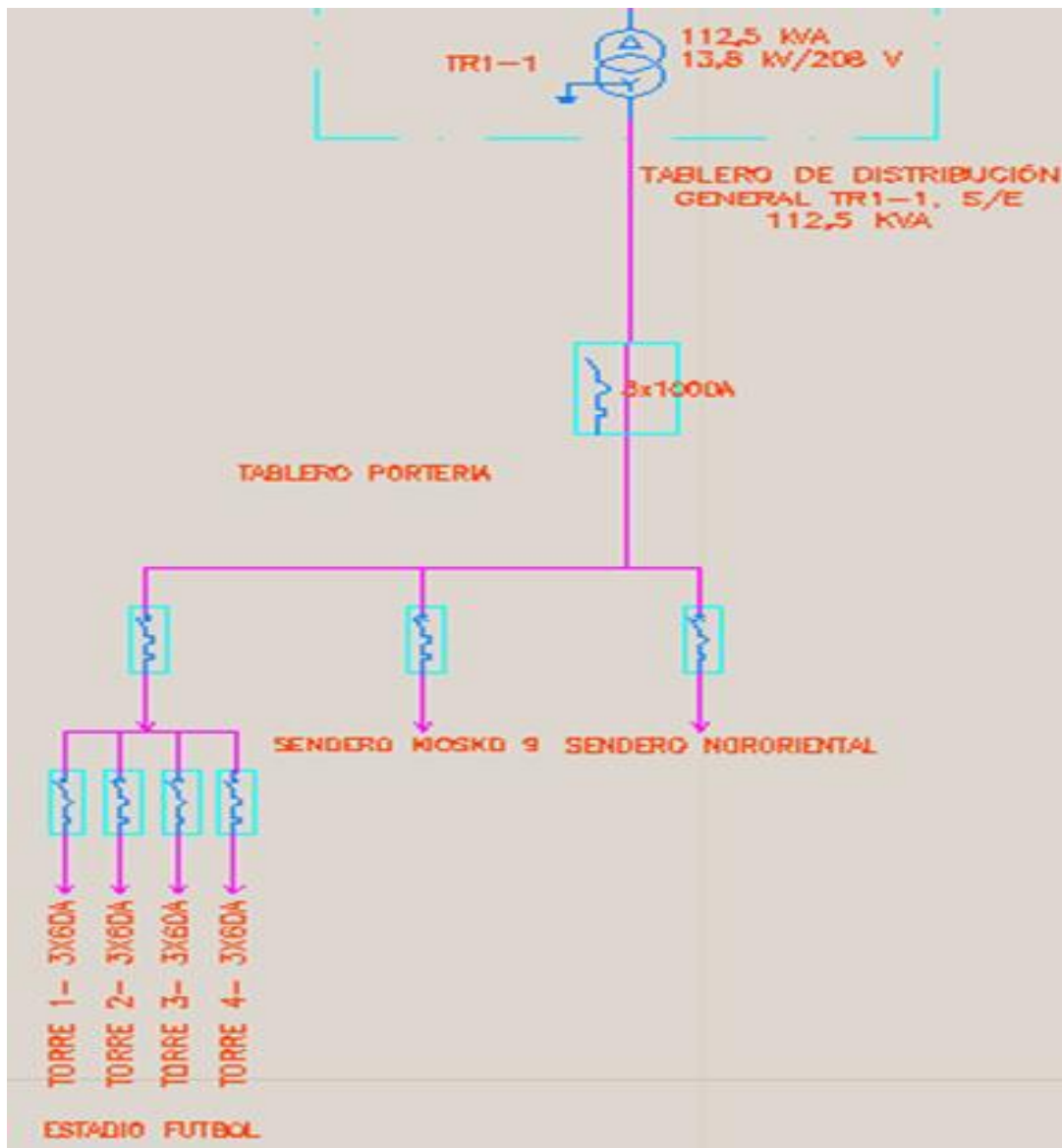
**Diagrama 1. Unifilar Subestación Puerta 1 de 75 kVA**



**Fuente Autor**

Para la puerta 1 existe una subestación con un transformador de 75 kVA, nombrada con el código TR1-4, la cual alimenta el barraje del estadio de tenis, el sendero norte, sendero noroccidental y las torres del parqueadero norte. **Ver Diagrama 1**

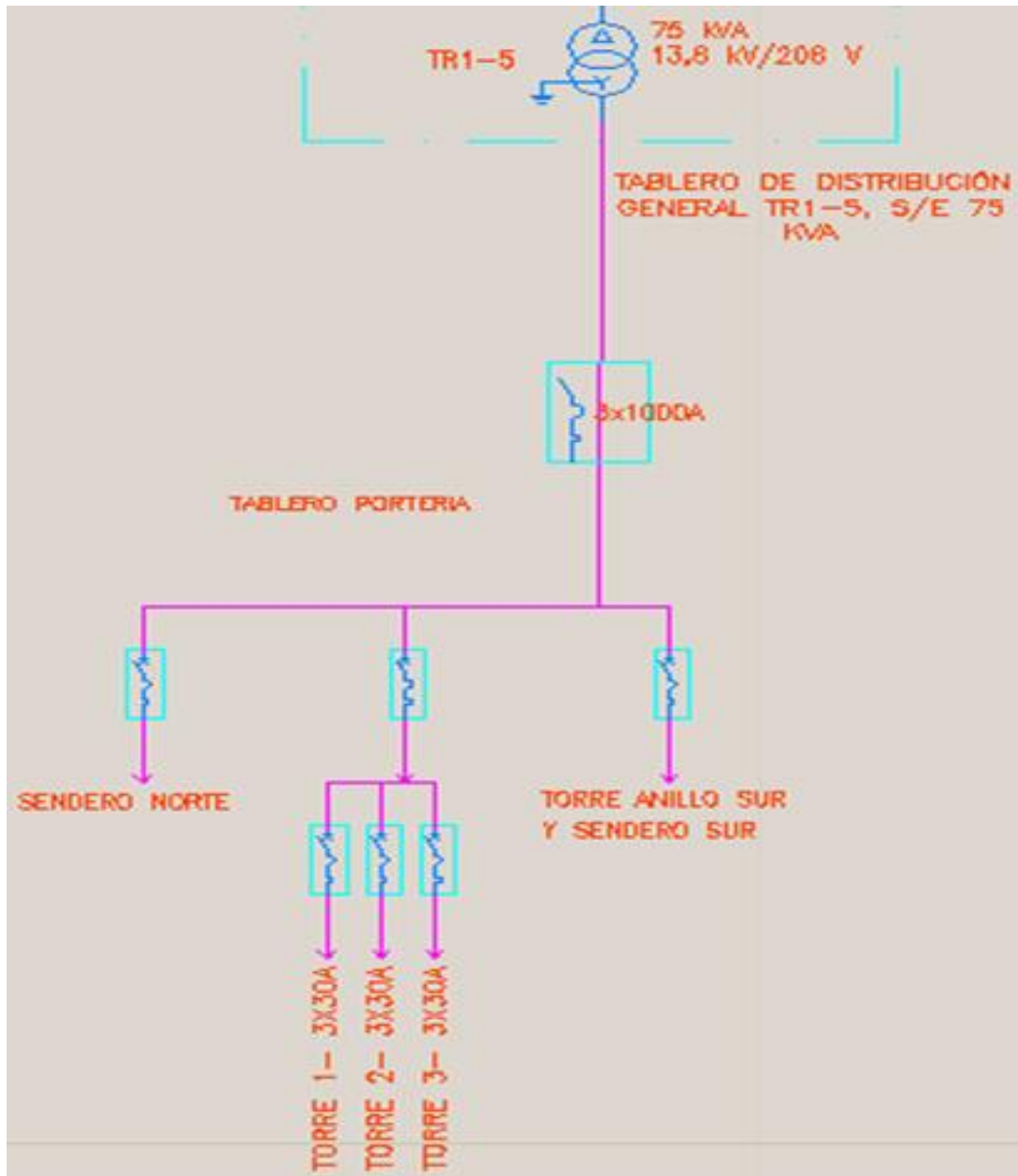
**Diagrama 2. Unifilar Subestación Puerta 2 de 112.5 kVA**



**Fuente Autor**

Para la puerta 2 existe una subestación con un transformador de 112,5 kVA, nombrada con el código TR1-1, la cual alimenta el barraje del estadio de fútbol, el sendero kiosko 9 y sendero nororiental. **Ver Diagrama 2**

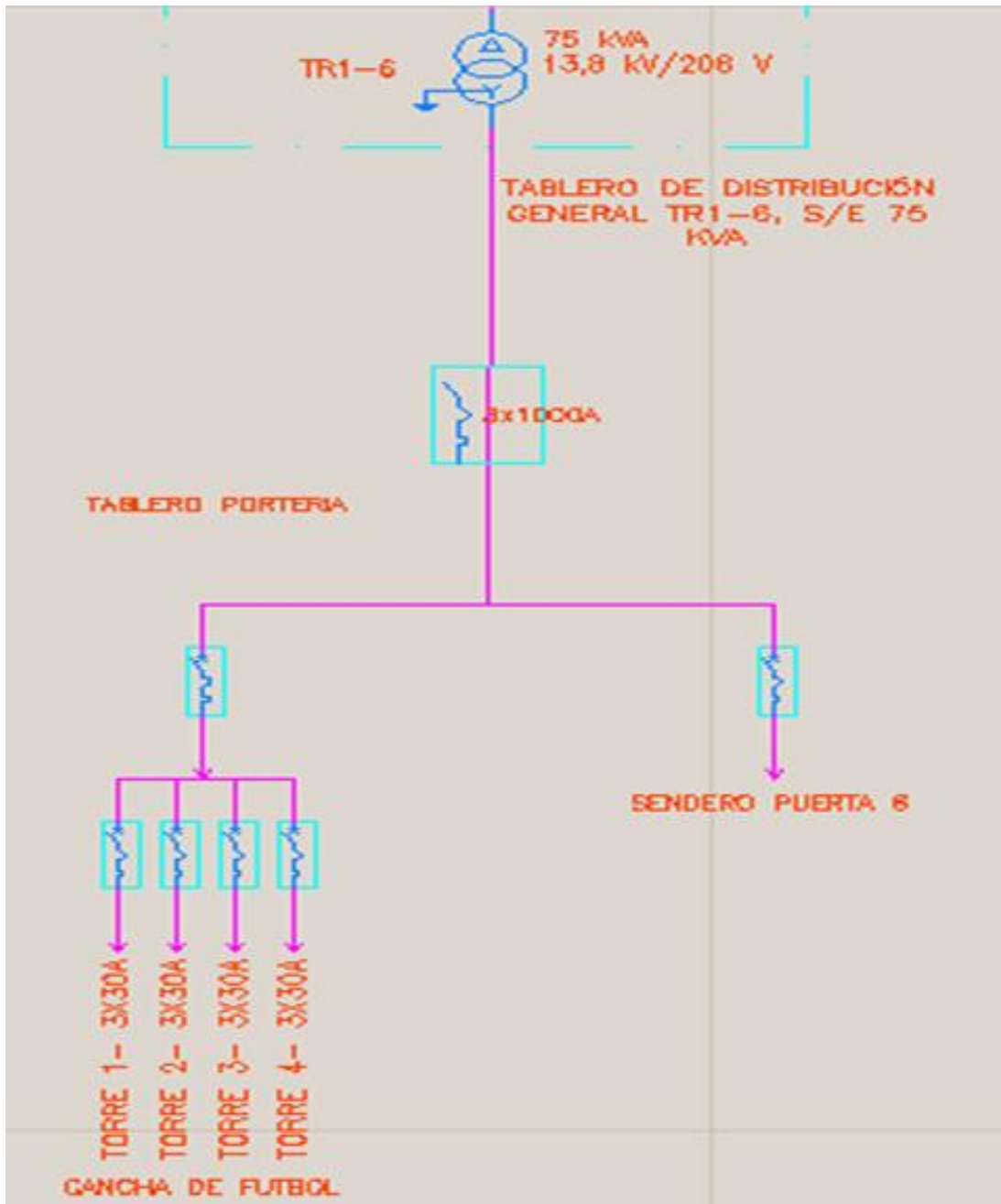
**Diagrama 3. Unifilar Subestación Puerta 5 de 75 kVA**



**Fuente Autor**

Para la puerta 5 existe una subestación con un transformador de 75 kVA, nombrada con el código TR1-5, la cual alimenta el barraje del sendero norte, torres del parqueadero sur, torre anillo sur y sendero sur. **Ver Diagrama 3**

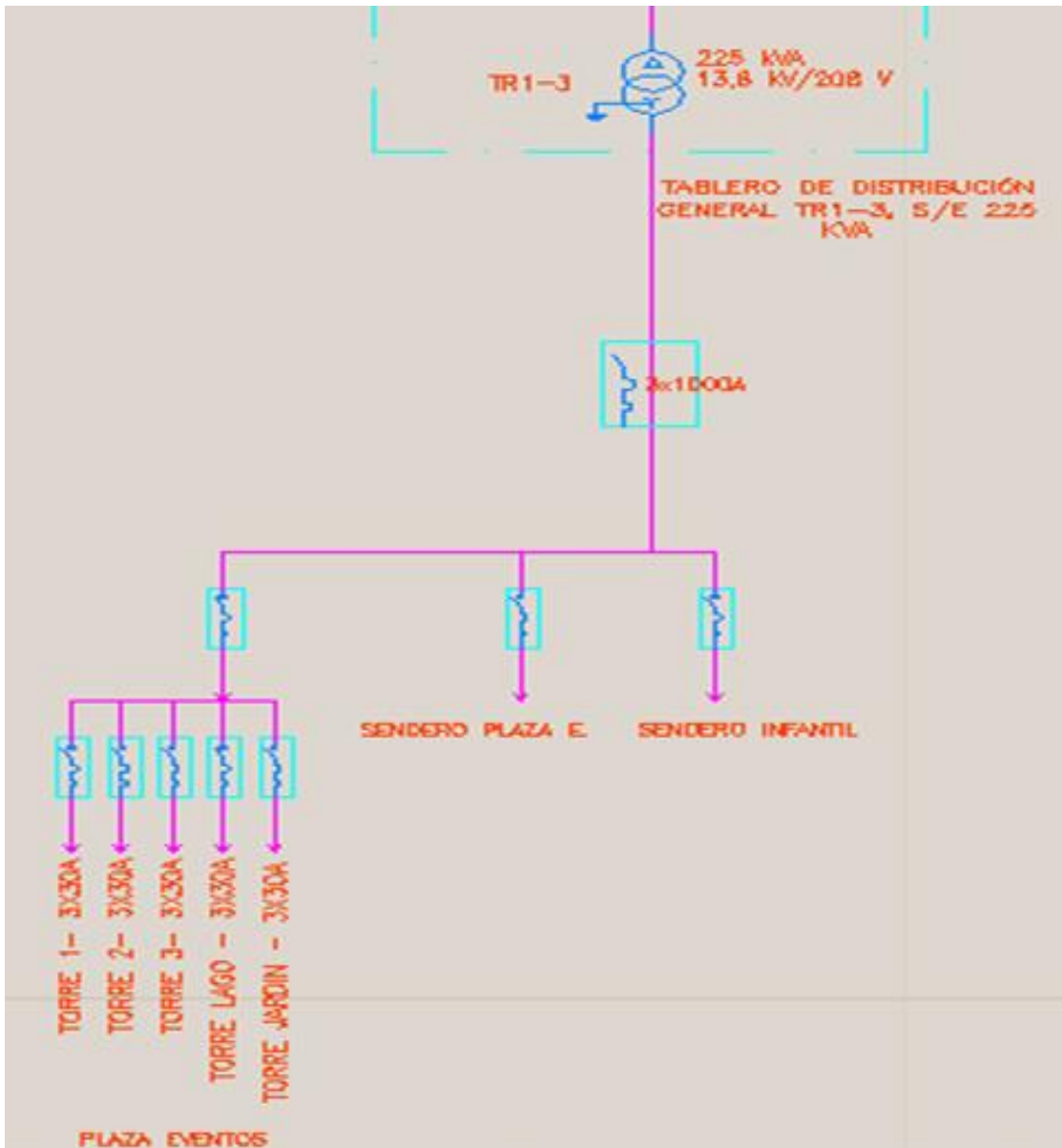
**Diagrama 4. Unifilar Subestación Puerta 6 de 75 kVA**



**Fuente Autor**

Para la puerta 6 existe una subestación con un transformador de 75 kVA, nombrada con el código TR1-6, la cual alimenta el barraje de las torres de la cancha de fútbol y el sendero de la puerta 6. **Ver Diagrama 4**

**Diagrama 5. Unifilar Subestación TR1-3 de 225 kVA**



**Fuente Autor**

Existe una subestación en inmediaciones de la plazoleta central, con un transformador de 225 kVA de potencia, nombrada con el código TR1-3, la cual alimenta el sendero cancha, el sendero infantil, torre lago y otras tres torres distribuidas en la plazoleta central. **Ver Diagrama 5**

## 2.5 Inventario

En las siguientes tablas se muestran un inventario de cargas instaladas en iluminación, que alimentan la totalidad de los servicios comunes del parque El Tunal, los cuales fueron determinantes para la realización de la caracterización del consumo de energía eléctrica en el diseño del sistema de telegestión.

**Tabla 1** Circuitos y cantidad de luminarias S/E Puerta 1

<b>Nombre del Circuito</b>	<b>Torres 22m altura</b>	<b>Postes 10,2m altura</b>	<b>Potencia unitaria luminaria MH (W)</b>	<b>Potencia unitaria luminaria sodio (W)</b>	<b>Cantidad luminaria MH</b>	<b>Cantidad luminaria Sodio</b>	<b>Potencia total del Circuito (W)</b>
<b>Estadio de Tenis</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>400</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>12800</b>
<b>Parqueadero Norte</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>400</b>	<b>0</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>9600</b>
<b>Sendero Noroccidental I</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>70</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>1190</b>
<b>Sendero Norte</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>70</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>1120</b>

Fuente Autor

**Tabla 2** Circuitos y cantidad de luminarias S/E Puerta 2

<b>Nombre del Circuito</b>	<b>Torres 22m altura</b>	<b>Postes 10,2m altura</b>	<b>Potencia unitaria luminaria MH (W)</b>	<b>Potencia unitaria luminaria sodio (W)</b>	<b>Cantidad luminaria MH</b>	<b>Cantidad luminaria Sodio</b>	<b>Potencia total del Circuito (W)</b>
<b>Estadio de Fútbol</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>400</b>	<b>0</b>	<b>48</b>	<b>0</b>	<b>19200</b>
<b>Sendero Quiosco 9</b>	<b>0</b>	<b>22</b>	<b>0</b>	<b>70</b>	<b>0</b>	<b>44</b>	<b>3080</b>
<b>Sendero Nororiental</b>	<b>0</b>	<b>23</b>	<b>0</b>	<b>70</b>	<b>0</b>	<b>46</b>	<b>3220</b>

Fuente Autor

**Tabla 3** Circuitos y cantidad de luminarias S/E Puerta 5

Nombre del Circuito	Torres 22m altura	Postes 10,2m altura	Potencia unitaria luminaria MH (W)	Potencia unitaria luminaria sodio (W)	Cantidad luminaria MH	Cantidad luminaria Sodio	Potencia total del Circuito (W)
<b>Parqueadero Sur</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>400</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>4800</b>
<b>Sendero Norte</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>70</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>2100</b>
<b>Sendero Sur y Torre anillo sur</b>	<b>2</b>	<b>27</b>	<b>400</b>	<b>70</b>	<b>10</b>	<b>56</b>	<b>7920</b>

Fuente Autor

**Tabla 4** Circuitos y cantidad de luminarias S/E Puerta 6

Nombre del Circuito	Torres 22m altura	Postes 10,2m altura	Potencia unitaria luminaria MH (W)	Potencia unitaria luminaria sodio (W)	Cantidad luminaria MH	Cantidad luminaria Sodio	Potencia total del Circuito (W)
<b>Cancha de futbol</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>400</b>	<b>0</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>9600</b>
<b>Sendero Puerta 6</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>70</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>1400</b>

Fuente Autor

**Tabla 5** Circuitos y cantidad de luminarias S/E TR1-3

Nombre del Circuito	Torres	Postes	Potencia unitaria luminaria MH (W)	Potencia unitaria luminaria sodio (W)	Cantidad de luminaria MH	Cantidad luminaria Sodio	Potencia total del Circuito (W)
<b>Sendero Jardín</b>	<b>0</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>70</b>	<b>0</b>	<b>36</b>	<b>2520</b>
<b>Plaza Eventos</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>400</b>	<b>0</b>	<b>28</b>	<b>0</b>	<b>11200</b>
<b>Sendero Plaza Eventos</b>	<b>0</b>	<b>27</b>	<b>0</b>	<b>70</b>	<b>0</b>	<b>54</b>	<b>3780</b>



## 2.6 Criterios de diseño de alumbrado público

Para poder iniciar un proyecto de alumbrado público, renovar o ampliar una instalación se deben tener en cuenta los requerimientos de normas nacionales e internacionales referenciadas por el reglamento técnico de alumbrado público RETILAP.

En este caso al ser una renovación, se debe tener en cuenta los requisitos de diseño:

- Utilizar luminarias con fotometrías que permitan hacer diseños con la mayor interdistancia y menor altura de montaje.
- Luminarias con bajo flujo hemisférico superior (FHS).
- Conjuntos ópticos con el mejor factor de utilización
- Fuentes lumínicas con mejor eficacia lumínica.
- Conjunto eléctrico con bajas pérdidas, dimerizables o que permitan la reducción de potencia.
- Elegir correctamente los ángulos de apertura para los proyectores.
- Seguir las recomendaciones sobre posiciones de instalación de proyectores.
- Usar controles temporizados (horarios o para proyectores).

La iluminación de parques debería enfocarse en la seguridad de los peatones que transitan por los mismos. En general las áreas centrales de los senderos del parque no se iluminan. La iluminación debería permitir a los peatones discernir los obstáculos y otros riesgos del camino así como ser conscientes de los movimientos de otros peatones que puedan estar cerca. Para ello, es importante la iluminación tanto en las superficies horizontales como verticales.

Los parques y las áreas verdes requieren por lo general fuentes de luz que proporcionan luz blanca para obtener una buena reproducción cromática (CRI = 60). El contraste de color dado por la luz blanca hace que la visibilidad para los peatones sea mejor, es por eso que la iluminación led cumple con todos los requisitos de normas CRI.

## 2.7 Tecnologías existentes para el propósito

Las tecnologías existentes para el propósito de llevar a cabo la telegestión del alumbrado público del parque El Tunal se divide de forma general en dos: uno es el sistema de telegestión y el otro es el tipo de luminaria.

Fueron seleccionados dos sistemas de telegestión y dos tipos de luminaria que permitan hacer una comparación objetiva de las ventajas, desventajas, costos y retorno de inversión.

El primero de ellos es el sistema de telegestión OWLET de la empresa Schreder, el cual está compuesto esencialmente por tres dispositivos para poder hacer la telegestión, como se resume en los siguientes apartados:

- El OLC (controlador de la luminaria exterior), El Luco NX está destinado a ser montado directamente en la luminaria. El controlador es para uso universal y puede ser usado en todos los ambientes (110-277V, 50/60Hz, 0-10V señal de atenuación). Recibe las señales del SECO vía ZigBee y controla el balasto. El controlador permanentemente mide el consumo de energía, guarda los valores y luego se los reenvía al SECO. Contiene una fotocelda y un reloj astronómico integrado garantizan que las lámparas se enciendan y apaguen correctamente, incluso si no es posible acceder al sistema. **Ver Ilustración 1**

### **Ilustración 1. Controlador de la luminaria exterior, El Luco NX**



**Fuente Shreder**

## Ilustración 2. Diagrama de puntos de conexión



1	Conexión de antena SMA ZigBee
2	Interfaz de regulación 1-10V/DALI
3	Entrada de sensor (contacto seco)
4	Al controlador
5	Corriente
6	Conector LightSync

### Fuente Shreder

- La ilustración muestra (Controlador de segmento) Seco, el cual es el vínculo entre los OLC y la interfaz web. Este controla un segmento de hasta 150 controladores y transmite cualquier ajuste manual a ellos directamente. El SeCo registra todos los datos vía ZigBee y los envía al servidor web a través de una conexión de Internet segura. Es más, guarda todos los datos de energía del segmento, lo que permite facturar el consumo con precisión. El Seco es fácil de programar y totalmente personalizable. Distintas áreas que requieren de niveles de iluminación diferentes, como cruces de calles o pasos de peatones, pueden agruparse en grupos lógicos y ser operados simultáneamente. **Ver Ilustración 3**

## Ilustración 3. Controlador de Segmento o OLC



### Fuente Shreder

Centro de control, el cual es una interfaz web con servidor Owlet Nightshift, que son tecnologías abiertas que permiten que el sistema sea instalado donde se quiera y mantener su independencia con los proveedores. La interfaz web se puede utilizar con cualquier navegador, ya sea en dispositivos fijos o móviles. Todos los datos registrados se guardan en una base de datos MySQL, lo que significa que los análisis a largo plazo se pueden realizar de manera fácil, o comprender mejor el total de fallas diagnosticadas del sistema. **Ver Ilustración 4**

**Ilustración 4. Dispositivos desde donde hacer telegestión con Owlet Nigshift**



**Fuente Shreder**

- La siguiente ilustración representa el funcionamiento de un sistema de telegestión, el cual no requiere de ningún conocimiento especial para operar el sistema inteligente de telegestión. **Ver ilustración 5.**

**Ilustración 5. Diagrama de operación del Sistema Owlet**



**Fuente Shreder**

### 2.7.1 Tecnología de luminaria led

La luminaria que se propone está basada en tecnología LED, su nombre de referencia TECEO la cual tiene unas prestaciones fotométricas optimizadas con un coste total para la propiedad mínimo. Ofrece a los municipios y ciudades la herramienta ideal para mejorar los niveles de iluminación, generar ahorro de energía y reducir el impacto ecológico.

La gama Teceo se presenta en dos tamaños:

- Teceo 1 de hasta 48 LED, es ideal para iluminar calles residenciales, carreteras urbanas, carriles para bicicletas y parkings, mientras que Teceo 2, de hasta 144 LED, es perfecta para autovías, avenidas y autopistas. Está equipada con la segunda generación del motor fotométrico LensoFlex®2 que ofrece una fotometría de altas prestaciones optimizada para cada aplicación específica con un consumo mínimo de energía. La gama Teceo ofrece módulos de LED flexibles, una selección de corrientes de alimentación y opciones de regulación de intensidad para maximizar todavía más el ahorro de energía y proporcionar la solución más rentable. Se dispone de una versión con brazo trasero de Teceo para poder iluminar con el mismo diseño de luminaria las calles, calles laterales y grandes calzadas. El brazo mural permite el alumbrado de calles estrechas, así como de áreas con escasa iluminación. **Ver ilustración 6**

**Ilustración 6. Luminaria con tecnología Led, TECEO**



**Fuente Shreder**

La luminaria TECEO tiene un diseño estilizado, atractivo y moderno, tiene cubierto los led por un vidrio curvo autolimpiable y auto reflectante para un optimización del flujo luminoso. El sistema Orientflex permite orientar los leds y orientar el flujo luminoso. Dando respuesta a una multitud de aplicaciones en carreteras, parques y calles principales.

**Ver tabla 6**

**Tabla 6 Características Técnicas y Eléctricas de luminaria TECEO 1**

Hermeticidad del compartimento óptico	IP 66 LED SAFE
Hermeticidad del compartimento electrónico	IP66
Resistencia a los impactos	IK 08
Tensión nominal	230V
Corriente de Alimentación	500 mA
Clase eléctrica	I
Peso total luminaria	9,8 kg
Altura instalación	4 - 8 m
Consumo	51W
Mantenimiento del flujo luminoso al 90% del flujo inicial.	60000 horas
Número de leds	48
Flujo luminoso	11600lum (flujo mínimo a 0,35 mA , hasta 35°C), Driver programable
Rendimiento	100 lum/LED
Temperatura del color	3500 K
Color	Gris Claro AKZO 150 enarenado

**Fuente Shreder**

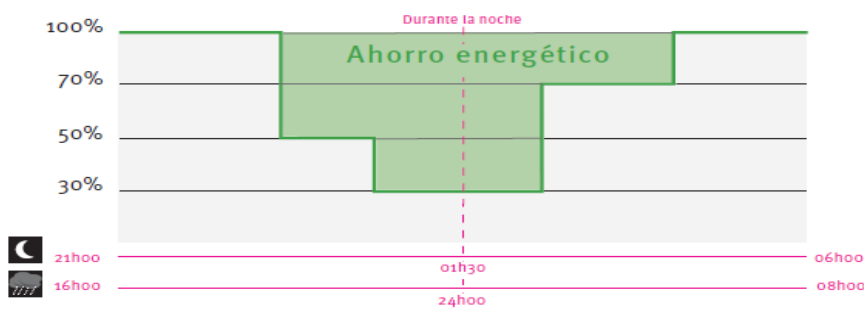
### Ventajas:

- Máximo ahorro en costes de mantenimiento y energía
- Iluminación justa a través de LensoFlex®2 que ofrece una fotometría de altas prestaciones, confort y seguridad
- Control de la contaminación lumínica trasera
- Materiales duraderos y reciclables
- Protector para sobretensiones de hasta 10 kV
- Motores LED flexibles con número de LED modular

Al contrario que las fuentes tradicionales, los LED permiten variaciones de intensidad a niveles muy bajos, conservando la misma temperatura de color y el mismo índice de reproducción cromática, todo ello sin pérdida de eficacia luminosa. El flujo luminoso se reduce, en efecto, en prácticamente la misma proporción que el consumo energético.

Debido a una pieza basculante integrada en la carcasa permite una instalación en brazo horizontal tipo pescante), o brazo vertical, como lo muestra la ilustración. Ver ilustración 6

**Ilustración 7. Ahorro energético de la luminaria TECEO**



**Fuente Shreder**

La iluminación correcta adaptada de forma precisa la cantidad de luz de acuerdo con las necesidades reales en un momento específico. Los sistemas de regulación pueden generar un ahorro energético sustancial. **Ver ilustración 7**

### 2.7.2 Tecnologías de sistemas de telegestión (2)

Para el sistema el segundo sistema de telegestión fue seleccionado el sistema Starsense Wireless de la compañía Phillips, cual es un sistema de telegestión para el seguimiento, control, medición y diagnóstico del alumbrado exterior. La opción Wireless permite la comunicación inalámbrica bidireccional utilizando la más avanzada tecnología de red mallada. **Ver ilustración 8**

**Ilustración 8. Esquema de funcionamiento del sistema StarSense Wireless**



**Fuente Phillips**

Sus ventajas son:

El sistema permite encender y apagar los puntos de luz individualmente en cualquier momento o bien ajustarse al nivel deseado, por ejemplo en función del volumen de tráfico. El considerable ahorro de energía resultante favorece la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>, de conformidad con las directivas y regulaciones medioambientales de ámbito nacional e internacional.

Con Starsense también se pueden controlar las horas de funcionamiento y el estado de cada lámpara, e informar de los fallos indicando la posición exacta referenciada de las mismas.



Así se pueden reducir sustancialmente los costes de mantenimiento gracias a la mayor vida útil de las lámparas y a la precisa programación de las tareas de asistencia técnica.

La arquitectura es muy similar al sistema de telegestión OWLET y se compone de un OLC, un controlador de segmento, y un control llamado City Touch, que es en sí una plataforma web de servicios, que permite ciertas funcionalidades dentro las cuales se resumen las siguientes:

### Ilustración 9. Resumen de funcionalidades de la plataforma City Touch



### Fuente Phillips

El controlador de luminarias de exterior enciende y apaga la lámpara, ajusta el nivel de iluminación y detecta fallos en las lámparas. Se comunica con el controlador de segmento a través de la línea eléctrica, y utiliza una señal de regulación de 1-10V o DALI como interfaz con el balasto electrónico y un relé para activarlo y desactivarlo.

El OLC incorpora una entrada digital para conectar una fotocélula y habilitar la conmutación local. La unidad puede ir integrada en la luminaria o instalarse en la base de la columna. El controlador de segmento monitoriza varios OLC conectados a la misma red eléctrica y recopila información para su envío, cuando se requiera, al servidor central a través de Internet, normalmente por GPRS. El SC puede usarse para la interconexión con otros dispositivos tales como contadores de tráfico o sensores atmosféricos. El SC normalmente se sitúa en el centro de mando. **Ver ilustración 10**

## Ilustración 10. Controlador de Segmento, fuente, protección y Cableado



### Fuente Phillips

La plataforma de servicios TIC City Touch, extrae información útil del sistema de control y monitorización del alumbrado (incluidos sistemas de otras marcas) y brinda conclusiones a las autoridades municipales, con el fin de ayudarles a reducir los gastos de mantenimiento y el consumo energético. Así como mejorar el servicio de iluminación. Informes de estado en tiempo real, información de uso energético, programación en línea del nivel de luz, comunicación automática de fallos y otras muchas funciones están disponibles a un solo clic. Como complemento además la opción de control manual permite efectuar un control sencillo en todo momento.

El *Starsense* de Philips tiene como prioridades el ahorro de energía por medio de la regulación de la luminosidad, el ahorro económico por la mejora en la eficiencia del mantenimiento y la mejora de la seguridad.

El sistema posee importantes ventajas que hacen una clara competencia con el sistema MINOS, pues es capaz de ahorrar en promedio un 50% de la energía total, proporciona información predictiva de fallas en las luminarias, incrementa en un 30% la vida útil de la lámpara y contribuye notablemente con el medio ambiente reduciendo la contaminación lumínica, el consumo de combustibles fósiles y menos residuos.

El sistema *Starsense* de Philips se compone de:

- **El Balasto dynavision** es capaz de hacer desconexión en caso de fallo de luminaria, de alargar su vida útil hasta en un 30% y de estabilizar la tensión. Se instala uno por luminaria y se usa para ejecutar las órdenes que recibe del dispositivo OLC.
- **El Outdoor Luminaire Controller (OLC)** monitorea el estado de la luminaria on/off/regularada/fallo, mide la tensión de red, la intensidad de carga y el factor de potencia. Su instalación se hace en la base de la luminaria, uno por luminaria y sirve para controlar el encendido, el apagado y la regulación de la luminaria.
- **El Controlador de Segmento** dicta órdenes de encendido/Apagado, da instrucciones de regulación y horario, monitorea el estado de la red y el estado de los sensores. Se instala en los gabinetes eléctricos, uno por gabinete, está en la capacidad de controlar máximo 100 OLC y sirve para controlar el sistema de Telegestión e informar al PC central.
- **El Starsense Supervisor Software** es la herramienta de configuración y puesta en servicio el cual sirve para la monitorización y el control punto a punto del sistema. Es mucho más funcional que otro software del mercado por sus gráficos y gestión de datos y lo más importante es muy fácil de usar.

## 2.8 Propuestas de Luminaria (2)

La luminaria tipo led GreenWay fabricada por Philips tiene las siguientes características:

- Diseñadas para iluminación vial, parques, senderos, maximizando el consumo energético (**ahorro mayor al 50% vs. sodio convencional**).
- Carcasa lineal construida en aluminio extruido con disipador térmico superior incorporado, sistema de puntera de anclaje a columna (porta driver) y cabezal extremo en inyección de aluminio.
- Terminación de superficies esmaltado con pintura termo convertible en polvo (epoxi).

- Están preparadas para incorporar sistema de comando por telegestión, para lo cual la luminaria se provee con la respectiva antena de transmisión de datos Las luminarias GreenWay están preparadas para montaje lateral a brazo pescante de columna de diámetro 60 mm.
- Driver incluido en la luminaria (con tapa desmontable para acceso al conexionado de alimentación eléctrica) El conjunto óptico está compuesto por el novedoso sistema modular de placas Leds (patentado por Philips), sistema LEDGINE, admiten ser reemplazadas al cabo de su vida útil o ser sustituidas por futuros “upgrade”; sin necesidad de reemplazo de la luminaria. **Ver tabla 7**

**Tabla 7 Características técnicas de la luminaria GreenWay 64 leds**

<b>Características técnicas luminaria</b>	<b>GreenWay</b>
<b>Fuente lumínica</b>	<b>1* LEDGINE PCB56-64LEDS-REBEL ES</b>
<b>Rendimiento</b>	<b>102lm/W</b>
<b>Flujo luminoso</b>	<b>10648lum (flujo mínimo a 0,45 mA , a 25°C), Driver programable</b>
<b>Potencia de consumo</b>	<b>135 W</b>
Temperatura de Color	5700K (CW)
Reproducción Cromática	CRI>70
Optica:	DW2 (Distribution Large (roads & streets))
Grado de Estanqueidad	IP66. Incluye válvula niveladora depresión (GORE)
Rango de operación Térmica	-20°C / 50°C
Vida útil	101.000 hrs (con el 70% del mantenimiento del flujo inicial).
Peso	11,9 kg
Angulo de inclinacion	De 10° a 15 °
Altura de montaje	> 15m

**Fuente Phillips**

**Ilustración 11. Luminaria GreenWay de 64 leds**

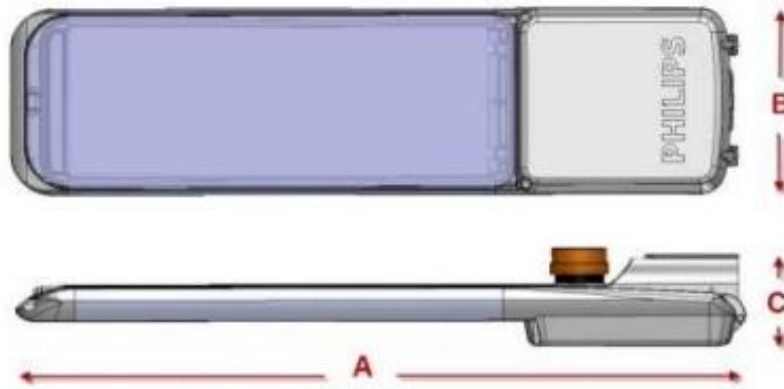


**GreenWay BEP S1 64 Prg Xt 150 Cw Dw2  
(versión small)**

**Fuente Phillips**

Dimensiones de la luminaria en donde para nuestro caso utilizamos la de 64 leds donde A es 700mm, B es 270mm y C es 128mm respectivamente.

**Ilustración 12. Dimensión de la luminaria GreenWay**



**Fuente Phillips**

### 3 Diseño del sistema inteligente de telegestión

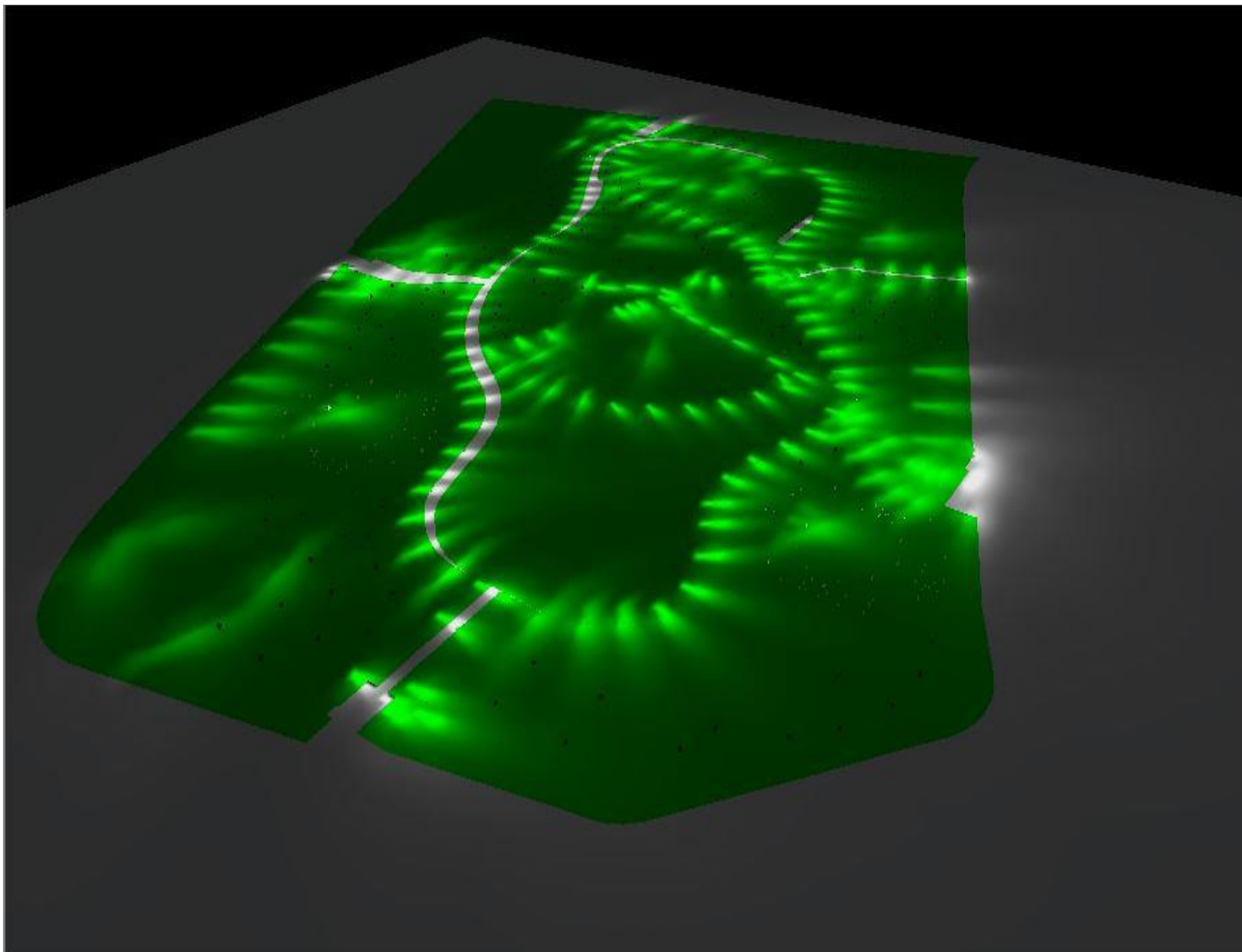
El diseño de alumbrado público para el parque Metropolitano el Tunal, se realizó con la luminaria TECEO, de igual forma las especificaciones y características de la luminaria se pueden visualizar en la tabla 6.

#### 3.1 Metodología:

- **Estudio lumínico del estado del Parque:** Se realizó un estudio lumínico general del estado del parque El Tunal, el cual fue dirigido a determinar el estado actual del sistema de alumbrado público analizando detalladamente los aspectos fundamentales en cuanto al diseño, lo concerniente a la instalación y mantenimiento que establecen la calidad en la prestación del servicio de alumbrado público en el parque El Tunal.
- **Estudio de Instalación y Mantenimiento:** en base a un recorrido realizado por el interior del parque detectando los puntos críticos y los puntos estables en el alumbrado posteriormente se procedió hacer un levantamiento de iluminación técnico para comparar con lo que debe aplicar al RETILAP.
- **Descripción del proyecto:** se hizo la correspondiente caracterización técnica del proyecto , el uso de los senderos y vías al interior del parque, niveles exigidos de luminancia e iluminancia en alumbrado público, ubicación de las luminarias y las configuraciones técnicas del sistema inteligente de telegestión para cada punto de luz.

La ilustración que se muestra a continuación es una vista en 3D general de la disposición de las luminarias para todo el parque Metropolitano el Tunal, se resalta en color verde claro las superficies de evaluación del software DIALUX con ubicación de luminarias Teceo. **Ver ilustración 13**

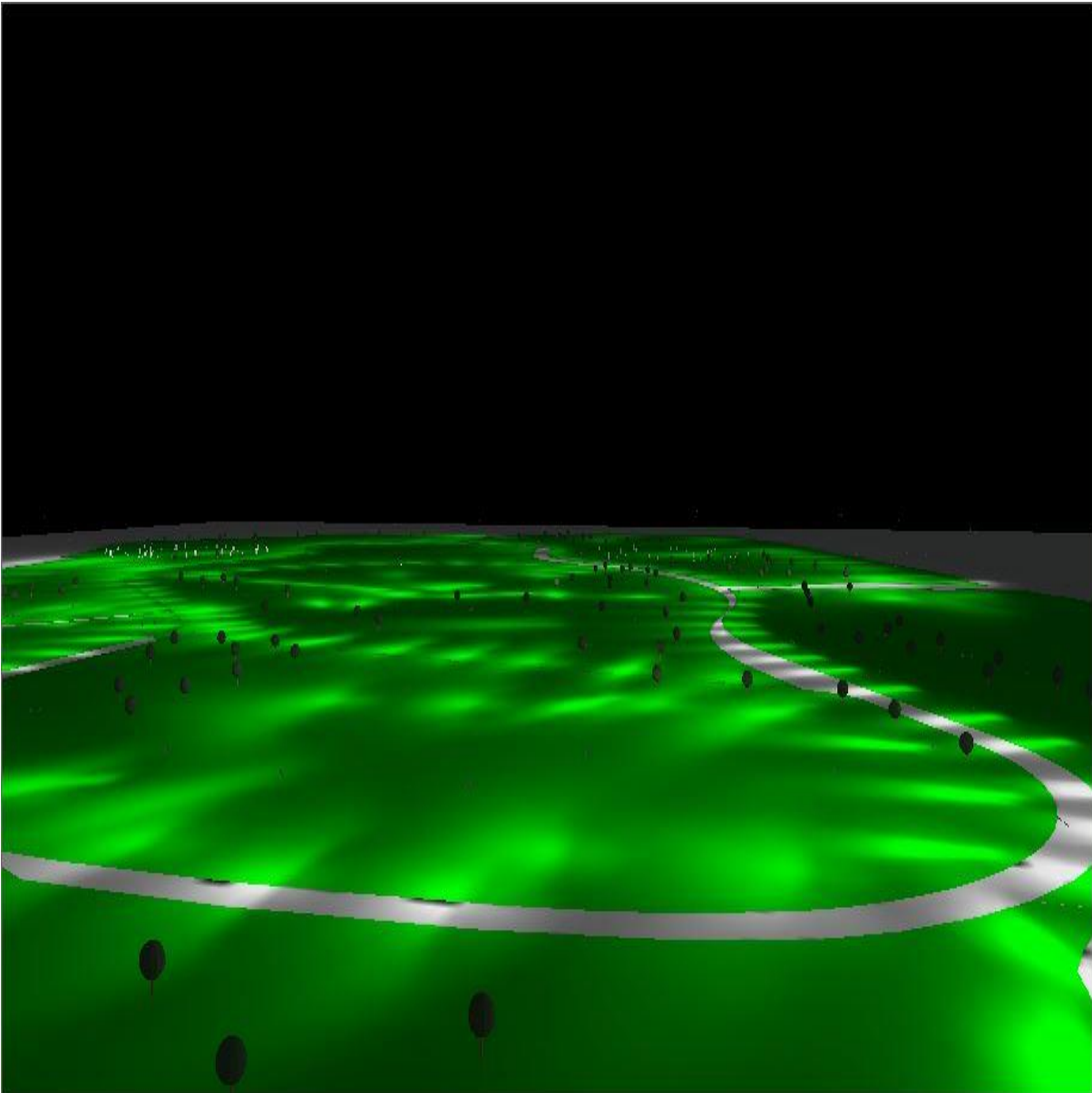
**Ilustración 13. Vista general diseño iluminación Parque Tunal**



**Fuente Autor**

El siguiente diseño corresponde a una vista en 3D de la ubicación de las luminarias donde se puede observar en color verde claro las superficies de evaluación que el software DIALUX para tramos como senderos peatonales, zonas verdes y ciclo rutas. **Ver ilustración 14**

**Ilustración 14. Vista al interior del Parque El Tunal**

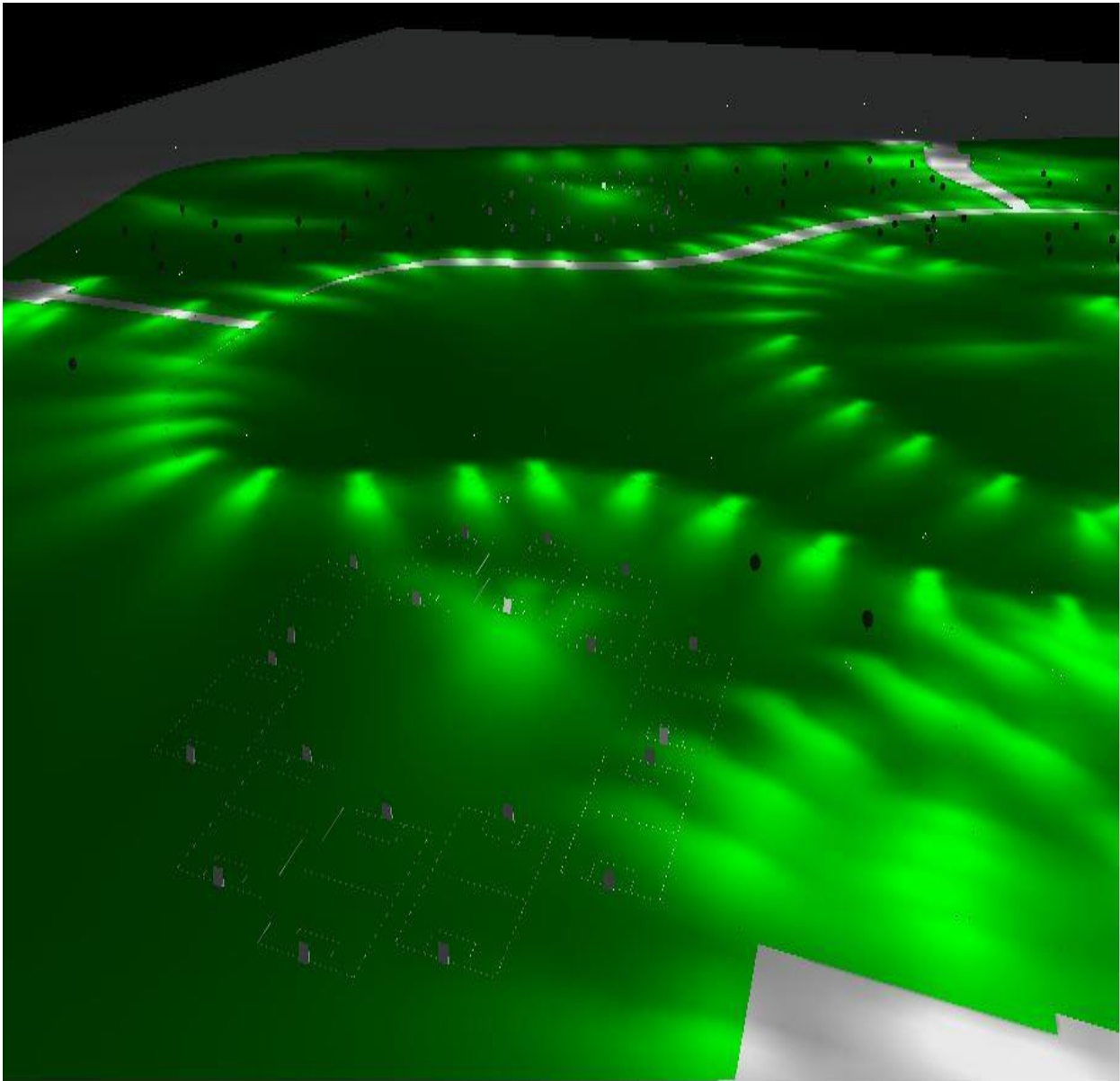


**Fuente Autor**



El siguiente diseño corresponde a una vista en 3D de la ubicación de las luminarias donde se puede observar en color verde claro las superficies de evaluación que el software DIALUX cubre por medio de la luminaria Teceo para determinados lugares existentes al interior del parque como lo muestra la ilustración en canchas de baloncesto. **Ver ilustración 15**

**Ilustración 15. Vista Superior parque Tunal - Programa Dialux**



**Fuente Autor**

## 4 Comparación de las propuestas

### 4.1 Comparación técnica

De acuerdo a la información anterior es posible elaborar una tabla comparativa de las ventajas y desventajas de cada sistema de telegestión y al mismo tiempo comparar las tecnologías de las luminarias, teniendo en cuenta para la comparación la escogencia de dos arquitecturas similares y la misma tecnología de iluminación led para cada luminaria.

A continuación se procede a hacer un análisis de las ventajas y desventajas entre los dos tipos de luminaria, la TECEO de la compañía Shredder y la luminaria Green Way 64 leds. El análisis de las desventajas se comparó frente a la tecnología convencional de luminarias con bombilla de sodio a alta presión. **Ver Tabla 8**

**Tabla 8 Comparación ventajas de las luminarias**

<b>VENTAJAS LUMINARIA</b>	<b>LUMINARIA TECEO</b>	<b>LUMINARIA GREEN WAY</b>
Utiliza tecnología orientoflex que permite direccionar el flujo luminoso con mayor ángulo	APLICA	APLICA
Permite programarse en 5 niveles de intensidad	APLICA	APLICA
Acabado y diseño de carcasa que permite una mejor gestión térmica frente a al diseño cúbico	APLICA	APLICA
Máximo ahorro en costos de mantenimiento y energía	APLICA	NO APLICA
Consumo inferior a 60 W	APLICA	NO APLICA
Soporta mejor la temperatura hasta en 10°	APLICA	NO APLICA
control de contaminación lumínica trasera	APLICA	NO APLICA
protector de sobretensiones hasta 10 kV	APLICA	NO APLICA

Fuente Autor

En la tabla anterior se refleja el aumento de las ventajas técnicas que tiene la luminaria TECEO frente a la luminaria GreenWay de la compañía Schreder y Philips respectivamente. Por tal razón se escoge la luminaria TECEO como la luminaria con mejores prestaciones para reemplazar aquellas con bombilla de sodio de alta presión de 70W. Ya escogida la luminaria se procede a hacer una comparación de los sistemas de telegestión y de allí pasar a hacer una evaluación financiera del proyecto.

## **4.2 Comparación financiera**

### **4.2.1 Aspectos que favorecen el desarrollo de este tipo de proyectos.**

Los siguientes son los aspectos identificados convenientes para el desarrollo de este proyecto en Bogotá y en especial para el parque metropolitano El Tunal:

- Existencia de voluntad Política para el fomento de proyectos del uso de nuevas tecnologías para la aplicación de URE (Uso Racional de la Energía), con un marco legislativo que abarca la ley 1715 del 13 de mayo 2014, Con que en su capítulo 2, artículo 10 crea el fondo de energías no convencionales y gestión eficiente de la energía. La cual reza, *“Con los recursos del fondo se podrán financiar parcial o totalmente proyectos dirigidos al sector residencial 1,2,3 tanto para implementación de soluciones de autogeneración a pequeña escala como para la mejora de la eficiencia energética mediante la promoción de buenas prácticas, equipos de uso final de energía, adecuaciones de remodelaciones internas y remodelaciones arquitectónicas. Igualmente se podrá financiar los estudios auditorías energéticas, adecuaciones locativas, disposición final de equipos sustituidos y costos administrativos / interventorías de los programas y/o proyecto. Los proyectos evaluados con este fondo deberán cumplir evaluaciones costo beneficio que comparen el costo del proyecto con los ahorros económicos o ingresos producidos”*.

## 4.2.2 COSTOS

### 4.2.2.1 Costos de Instalación (Inversión).

Son los costos relacionados con la expansión de la infraestructura propia del sistema, la modernización y la reposición de activos de alumbrado público. Para la remuneración de la inversión en los sistemas de alumbrado público, debe tenerse en cuenta la definición de los activos que pertenecen a dicho sistema. **Ver Tabla 9**

**Tabla 9. Costos de instalación e inversión en pesos colombianos**

Descripción	Luminaria Sodio			Luminaria LED (TECEO)		
	Cantidad	Costo unitario COP	Costo total COP	Cantidad	Costo unitario COP	Costo total COP
Costo instalación luminaria	497	240.000	119.280.000	497	240.000	119.280.000
Costo de luminaria	497	1.067.000	530.299.000	497	1.300.000	646.100.000
Costo de bombillas	497	84000	41.748.000	NA	NA	NA
Costo postes red aérea	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Costo accesorios (fotocontrol)	497	56.000	27.832.000	4	4.305.000	17.220.000
Total instalación	-	-	\$719.159.000	-	-	\$782.600.000

Fuente: Autor.

### 4.2.3 Costos de Operación.

Inicialmente, se determinó la carga del sistema para los dos tipos de luminarias para así calcular el consumo total de energía.

(i) Carga útil para LED:

$$Q = \text{Carga instalada}$$

$$N_L = \text{Número de luminarias} = 497$$

$$P = \text{Potencia real de las lámparas} = 51 \text{ W}$$

$$Q = \frac{N_L \times P}{1000} = \frac{497 \times 51}{1000} = 25,4 \text{ kW}$$

(i) Carga útil para Sodio:

$$Q = \text{Carga instalada}$$

$$N_L = \text{Número de luminarias} = 497$$

$$P = \text{Potencia real de las lámparas} = 70 \text{ W}$$

$$Q = \frac{N_L \times P}{1000} = \frac{497 \times 70}{1000} = 34,7 \text{ kW}$$

(ii) Consumo total de energía LED:

$$C = \text{Consumo mensual}$$

$$Q = \text{Carga instalada} = 25,4 \text{ kW}$$

$$N_d = \text{Número de días del mes} = 30$$

$$F_m = \text{Factor de mantenimiento} = 0,91$$

$$F_u = \text{Factor de utilización} = 0,5$$

$$1 - P_R = \text{Eficiencia} = 0,92$$

$$C = \frac{Q \times N_d \times F_m \times F_u \times 24}{1 - P_R}$$

$$C = \frac{(25,4) \times (30) \times (0,91) \times (0,5) \times (24)}{0,92}$$

$$C = 9044,7 \text{ kWh}$$

(ii) Consumo total de energía Sodio:

$$C = \text{Consumo mensual}$$

$$Q = \text{Carga instalada} = 34,7 \text{ kW}$$

$$N_d = \text{Número de días del mes} = 30$$

$$F_m = \text{Factor de mantenimiento} = 0,91$$

$$F_u = \text{Factor de utilización} = 0,5$$

$$1 - P_R = \text{Eficiencia} = 0,92$$

$$C = \frac{Q \times N_d \times F_m \times F_u \times 24}{1 - P_R}$$

$$C = \frac{(34,7) \times (30) \times (0,91) \times (0,5) \times (24)}{0,92}$$

$$C = 12356,3 \text{ kWh}$$

A continuación, los datos de consumo de energía se calcularon con el costo de esa energía al mes.

(iii) Costo mensual de la energía LED (TECEO):      (iii) Costo mensual de la energía Sodio:

$$\begin{aligned} \text{Precio } kWh &= 393,8 \$ \\ (\$) &= 9044,7 \times 393,8 \\ (\$) &= 3.561.802 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Precio } kWh &= 393,8 \$ \\ (\$) &= 12356,3 \times 393,8 \\ (\$) &= 4.865.910 \end{aligned}$$

Los resultados anteriores permiten concluir lo siguiente:

**Tabla 10** Consumo de energía de cada tipo luminaria para el diseño

Tecnología	Consumo Real (W)	Carga Instalada (kW)	Consumo mensual (kWh)
LED (TECEO)	51	25,4	9.044.7
Sodio	70	34,7	12.356.3

Fuente: Autor

**Tabla 11** Costo del sistema de alumbrado público parque el Tunal

Descripción	Luminaria Sodio		Luminaria LED	
	Costo Mensual COP	Costo Anual COP	Costo Mensual COP	Costo Anual COP
Gastos consumo de Energía	4.865.910	58.390.920	3.561.802	42.741.624

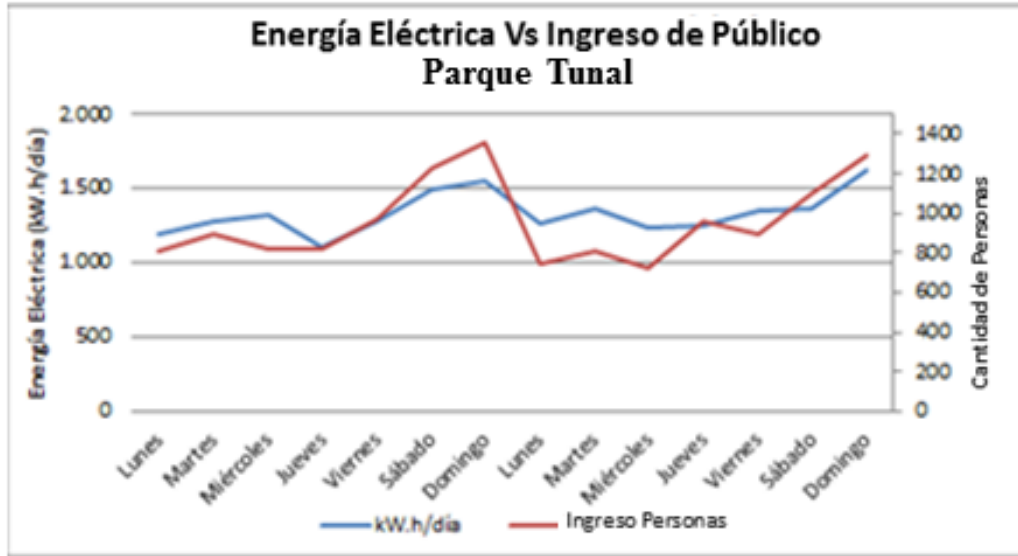
Fuente: Autor

En resumen y teniendo en cuenta los datos anteriores se realizó la siguiente evaluación:

- Instalación y/o cambio total de las luminarias de alumbrado público tipo Sodio:  
\$ 719.159.000 (pesos colombianos).
- Instalación y/o cambio total de las luminarias de alumbrado público tipo LED:  
\$ 782.600.000 (pesos colombianos).
- Costos de consumo de energía anual de luminarias de Sodio:  
\$ 58.390.920 (pesos colombianos).
- Costos de consumo de energía anual de luminarias tipo LED:  
\$ 42.741.624 (pesos colombianos).
- Tiempo de vida útil de luminarias de Sodio: 30.000 horas.
- Tiempo de vida útil de luminarias tipo LED: 100.000 horas.

## 5 Energía eléctrica vs ingreso de público al parque

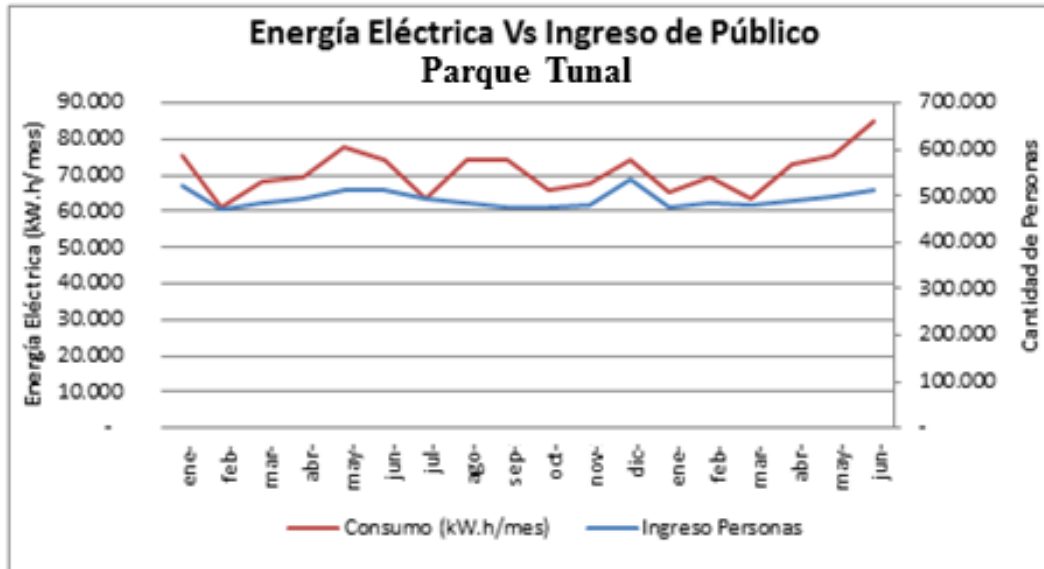
Grafica 1. Consumo de energía eléctrica Vs ingreso de público



En la gráfica anterior se relaciona la energía eléctrica consumida por el parque Metropolitano el Tunal con referencia al ingreso de público durante el mismo periodo. Estudiando el consumo de energía por parte de los usuarios donde se evidencia una proporción de los ingresos del parque Metropolitano Tunal. Por medio de esta gráfica es posible establecer la relación entre los anteriores factores mencionados.



**Grafica 2. Consumo de energía eléctrica Vs ingreso de público**



En la anterior gráfica se observa que en algunas épocas del año, el aumento en el ingreso de personas parece coincidir con el aumento en el consumo de energía eléctrica en el Parque Metropolitano el Tunal, también se puede ver varios meses del año en los que no se produce este mismo comportamiento.

Por medio del indicador de energía eléctrica vs ingreso de público puede ser interpretado para conocer como fue el ingreso de los usuarios del parque El Tunal durante un periodo determinado con relación a su consumo de energía. Así, puede saberse si otros factores intervinieron más que el ingreso de público en el consumo de energía.

## **6 Recomendación al operador de red**

Se recomienda al operador de red que de acuerdo con el análisis técnico financiero tener en cuenta lo siguiente:

1. Los circuitos de alumbrados públicos son más que simples dispositivos eléctricos ubicados técnicamente y regulados por normas y entidades estatales. Los circuitos de alumbrado público son ambientes que inciden sobre las personas favorablemente aumentando su calidad de vida y apego por su entorno.
2. Instalar luminarias TECEO 1 por su gran diseño y adelanto tecnológico; estas luminarias reemplazaran las luminarias de sodio de 70W, que en total son 497 luminarias a remplazar.
3. Se debe hacer una previa revisión del estado de los circuitos eléctricos, del cableado, empalmes, tubería, fugas de corriente a tierra, cajas de reparto, en síntesis un análisis estricto de la instalación para evitar daños de carácter eléctrico y aumentos de los costos de mantenimiento correctivo para así mismo poder efectuar la garantía correspondiente en caso eventual de daño en el tiempo de cubrimiento de la misma.
4. La unidad administrativa especial de servicios públicos o por medio de terceros es la que debería encargarse de la administración de los sistemas de telegestión, sin permitir que el comercializador de la red de distribución (Condensa, grupo Emgesa), sea el que suministre e instale las luminarias (AOM), esto generaría competitividad, mejoraría precios, mano de obra y experiencia para otras compañías de la ciudad.

## 7 Conclusiones

- Se establece el verdadero significado e impacto que tiene el servicio de alumbrado público en la calidad de vida de una comunidad, este va más allá de brindar seguridad física, pasa a ser un factor que incita a la sana convivencia entre los barrios y sus comunidades.
- Al hacer un levantamiento en un plano arquitectónico de los puntos de luz ubicados al interior del parque, se evidencian las fallas en el funcionamiento y la falta de mantenimiento en la totalidad de las luminarias.
- Tanto la cantidad, como la calidad de luz mejorará con el suministro del sistema de telegestión OWLET y usando la luminaria TECEO 1, al mismo tiempo presenta ventajas técnicas sustanciales frente a la luminaria Green Way con sistema de telegestión StarSense.
- En síntesis el proceso de modernización del alumbrado público con alumbrado Led y sistema de telegestión, contribuye al mejoramiento de la administración, operación; sumando la capacidad de actualización de base de datos para una mejor programación de las actividades de mantenimiento y una reducción de costos de funcionamiento.
- Con la propuesta de telegestión del servicio de alumbrado público inteligente en el parque el Tunal, la administración distrital tomaría el control sobre la iluminación interna del parque obteniendo en tiempo real y de manera detallada las posibles fallas, así ayudará a obtener respuestas en menor tiempo.

- El diseño de alumbrado público del parque Metropolitano el Tunal, se elaboró a través del software de libre acceso Dialux, considerando que este programa cumple con las características requeridas para un diseño de iluminación.
- Los sistemas alternativos de iluminación pueden ser adoptados en los parques metropolitanos de la ciudad de Bogotá, en redes eléctricas, mantenimiento y operación. Los estudios para el parque el Tunal se adecuan a la necesidad de la iluminación los cuales fueron incluidos en el correspondiente análisis del documento.

## 9. Referencias bibliográficas

- Acevedo, J. A. (2010). *Marco Teórico de la Telegestión del servicio de Alumbrado Público*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Chaparro, M. A. (2006). *Análisis del Impacto de la Modernización del Sistema de Alumbrado Público en Bogotá*. Bucaramanga: Universidad Distrital de Santander.
- Congreso de la Republica de Colombia. (2014). *Ley 1715 del 13 de mayo de 2014*. Bogotá: Congreso de la Republica de Colombia.
- Contraloría de Bogotá. (2004). *Estudio sectorial Análisis al modelo de cobro de alumbrado público en bogota*. Bogotá: Contraloría de Bogotá.
- Duque, J. P., & Avalos Patiño, A. f. (2013). *Análisis del Avance de la Tecnología Led Aplicada en el Alumbrado Público*. Bogotá: Universidad Pontificia Bolivariana.
- León, F. A. (2007). *Guía didáctica desarrollada por el Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad Nacional de Colombia para la Unidad de Planeación Minero Energética UPME*. Bogotá: Unidad de Planeación Minero Energética UPME.
- Miguel García Montaña; Carlos Javier García Cifuentes. (2013). *Cartilla Alumbrado Público*. Bogotá: Comisión de Regulación de Energía y Gas –CREG.
- Ministerio de Minas y Energía de Colombia. (2014). *Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público*. Bogotá.
- Molina, J. S. (2012). *Conflicto en las interpretaciones sobre la naturaleza jurídica del servicio de alumbrado público en Colombia*. Barranquilla: Universidad del Norte.
- *Plan estratégico en eficiencia energética para centros comerciales con proyección a la certificación ISO 50001*
- Phillips. (2013). Starsense Wireless. *Sense and Simplicity*, 89.
- Phillips. (2014). *Iluminación vial con Leds*.
- Pinto, J. A. (2010). *Proyecto Piloto de Telegestión del servicio de Alumbrado Público de la Ciudad de Bucaramanga*. Bogotá: U. Nacional de Colombia.
- Schereder. (2010). *Teceo*. Liège (Bélgica): Lamalle, Luc de.

## 8 Anexos

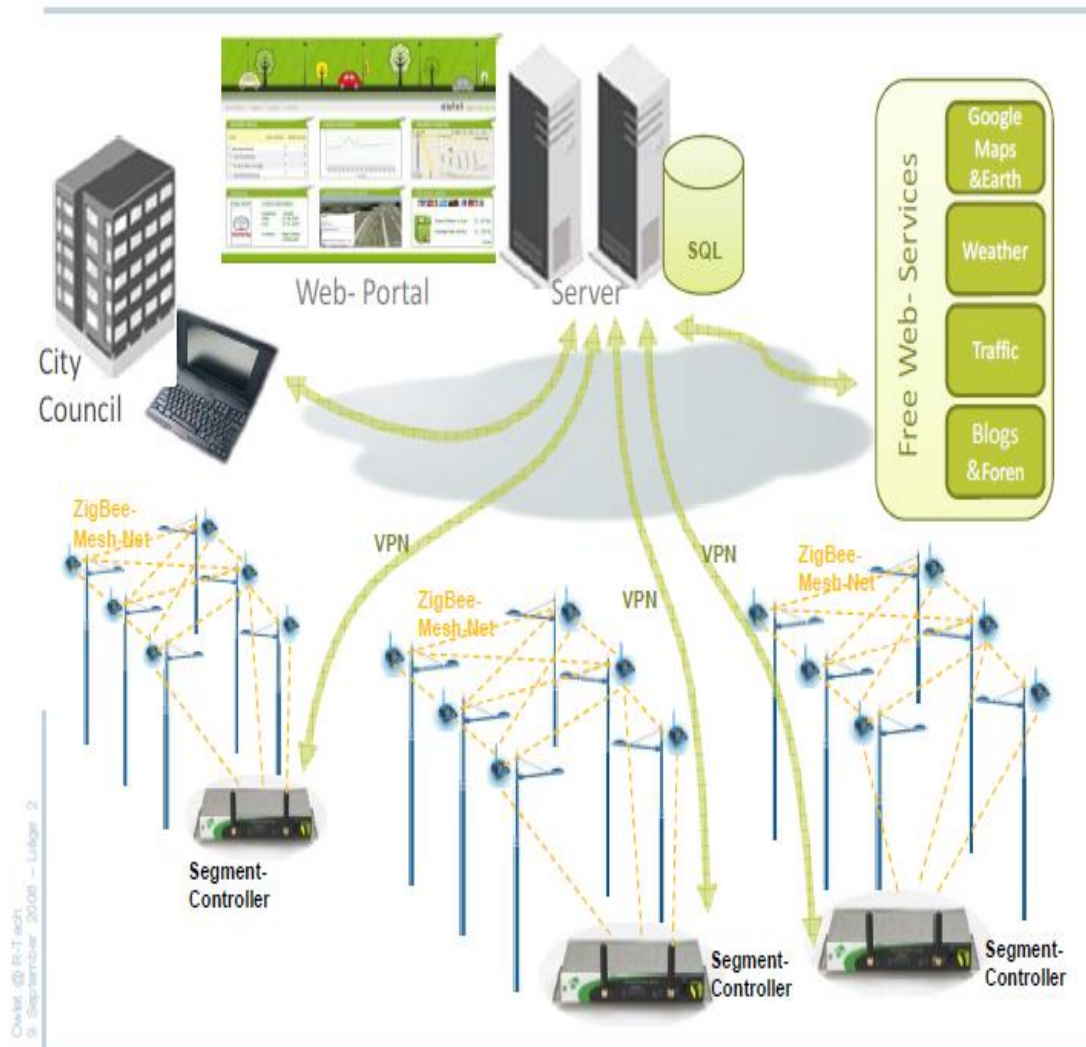
**ANEXO 1 : Tabla comparativa sistema OWLET de la empresa Schreder**

Nombre comercial	Protocolo	Características técnicas
WNAN	IEEE 802.22	70 Mb/s, hasta varios km de alcance.
WWNAN	IEEE 802.20	De 1 a 10 Mbps, de 4 a 10 Km. de alcance.
WIMAX	IEEE 802.16	2,4 GHz 30 Mbps Alcance hasta 3,5 Km.
WPAN (Zigbee)	IEEE 802.15.4	868 MHz 20 Kbps 915 MHz 20 Kbps 2,4 GHz 250 Kbps Alcance entre 10 a 70 m
WPAN (Zigbee)	IEEE 802.15.4C	868 MHz 20 Kbps 915 MHz 20 Kbps 2,4 GHz 250 Kbps Alcance entre 10 a 70 m
WPAN (Bluetooth)	IEEE 802.15.1	1 Mbps, hasta 30 metros de alcance.
WIFI	IEEE 802.11.b	11 Mbps,
WIFI	IEEE 802.11.g	54 Mbps,

<b>ZigBee</b>  <b>(WPAN)</b>	<b>Bluetooth</b>  <b>(WLAN/WPAN)</b>	<b>Wi-Fi</b>  <b>(WLAN)</b>
Estándar 802.15.4	Estándar 802.15.1	Estándar 802.11
250 Kbps	1 Mbps	Hasta 54 Mbps
Consumo Tx: 35 mA	Consumo Tx: 40mA	Consumo Tx: > 400 Ma
Consumo (Stand By): 3 $\mu$ A	Consumo (Stand By): 200 $\mu$ A	Consumo (Stand By): 20 mA
Memoria: 32-60 KB	Memoria: Mayor de 100 KB	Memoria: Mayor de 100 KB
<b>ZigBee</b>  <b>(WPAN)</b>	<b>Bluetooth</b>  <b>(WLAN/WPAN)</b>	<b>Wi-Fi</b>  <b>(WLAN)</b>
Aplicación: Iluminación, sensores, control, remoto, etc.	Telecomunicación, radio, etc	Internet, etc
Topologías: Malla, punto a punto a multipunto.	Punto a multipunto	Punto a multipunto

- Esquema de funcionamiento sistema de Telegestion OWLET de Schreder

## Owlet Topologie – Intelligent Digital Streetlighting



Fuente : Página WEB de Owlet



## ANEXO 2: Esquema de funcionamiento de telegestion sistema PHILIPS

**PHILIPS**

### El Sistema



### ANEXO 3 : Carta de cotización empresa Schreder Colombia S.A

Schröder Colombia S.A.  
BOGOTÁ D.C. Carrera 106A No. 154A - 46 Sube Vía Clínica Corps  
PBX: 686 33 86 – Fax: 686 33 86 Ext 142  
e.mail: ventas@schreder.com.co www.schreder.com  
NIT. 860.001.771-5



Of. No. 0390-SRG-TINTAL/15

Bogotá D.C., Agosto 27 de 2015

Señores  
**Anthony Rodriguez**  
Atn. Anthony Rodriguez  
Ciudad.

**Asunto: COTIZACION POSTES Y LUMINARIAS**  
**Proyecto : PARQUE TINTAL**

Estimados Señores:

En atención a su amable solicitud, con la presente tenemos el agrado de cotizarles el suministro de los siguientes Equipos de Iluminación:

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR UNITARIO \$	VALOR TOTAL \$
1	Luminaria <u>TECEO</u> de 32 led 700 mA. 71W. 8.960 Lm. 120/208/220V.	497	1.300.000	646.100.000
2	SECO (OWLET Controlador de Segmento)	4	4.305.000	17.220.000
SUB TOTAL				663.320.000
IVA (16%)				106.131.200
TOTAL .....				769.451.200

**CONDICIONES COMERCIALES**

### Continuación anexo 3

<b>PRECIOS</b>	Se entienden para mercancía debidamente empacada y puesta en sus instalaciones o en Ciudad Capital. SCHREDER COLOMBIA S.A., es auto-retenedor según Resolución No.575 de Abril 25 de 1986.
<b>FORMA DE PAGO</b>	50% como anticipo; 50% factura
<b>PLAZO DE ENTREGA</b>	12 semanas despues de recibir su orden de Compra.
<b>VALIDEZ</b>	15 DIAS
<b>GARANTÍA FÁBRICA:</b>	POSTES: Un (1) año contra defectos de fabricación. LUMINARIAS LED: Cinco (5) años contra defectos de fabricación. FOTOCONTROLES: De acuerdo con la garantía del fabricante (INADISA)  Schreder Colombia S.A. otorga garantía a partir de la fecha de entrega del producto y contra cualquier defecto en los materiales y mano de obra empleados para su fabricación. El periodo de garantía aplica siempre y cuando los equipos sean operados en condiciones normales y que el suministro eléctrico sea adecuado para el producto adquirido.

## ANEXO 4: Data Sheet Luminaria utilizada en el diseño del parque Tunal - led

TECEO

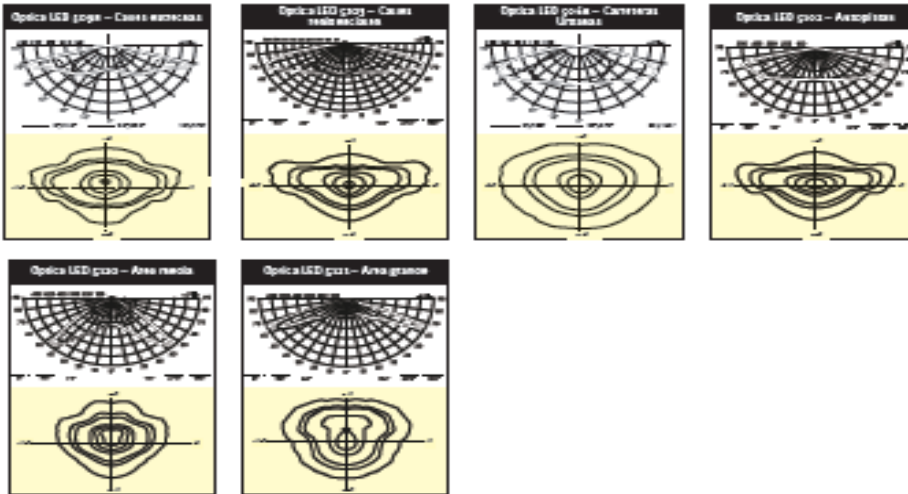


## Continuación anexo 4



## Continuación anexo 4

### DISTRIBUCIÓN FOTOMÉTRICA



### CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA TRASERA PARA EVITAR LA LUZ INTRUSIVA

Como opción, algunas versiones de Teceo pueden equiparse con un sistema de Control de la contaminación lumínica trasera.

Gracias a su placa de control adicional dentro del cuerpo de la luminaria, la fuga de luz desde la parte trasera de la luminaria se minimiza para evitar luz intrusiva sobre los edificios.



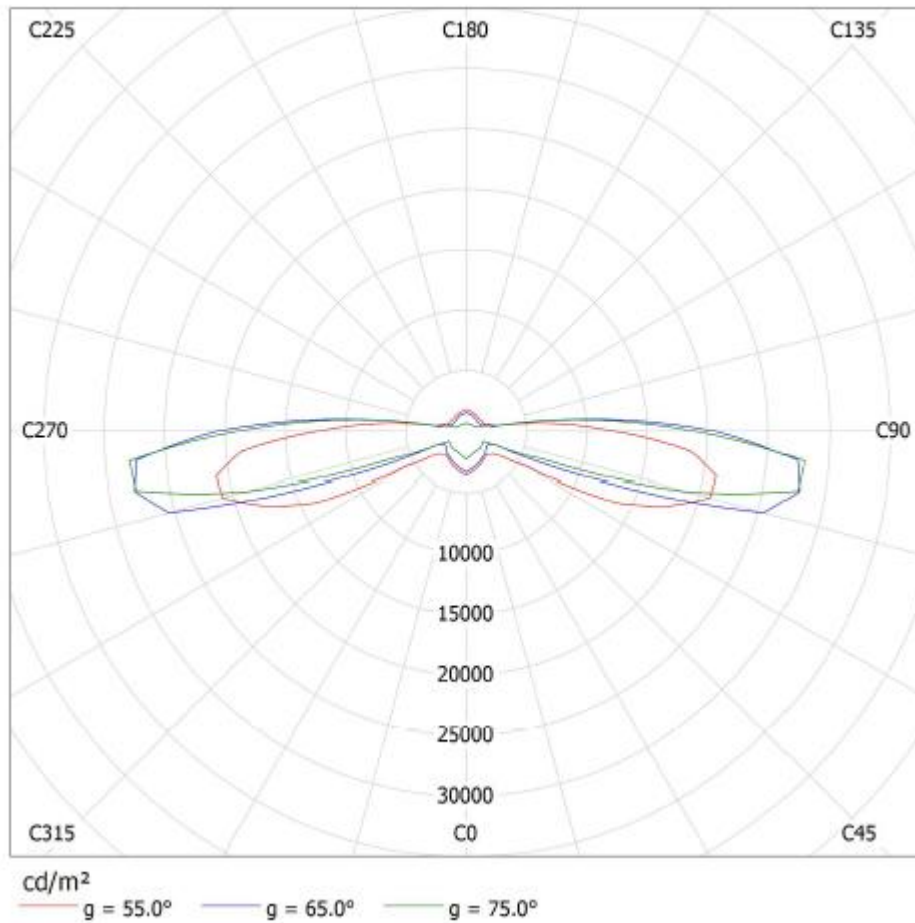
Distribución fotométrica sin control de la contaminación lumínica trasera



Distribución fotométrica con control de la contaminación lumínica trasera

## ANEXO 5 Diagrama de Densidad Lumínica

Luminaria: SCHREDER 334044 TECEO 1  
Lámparas: 1 x 32 XP-G2 500mA NW [150lm - 350mA]



## ANEXO 6 – Datos de planificación

Diseño De Iluminacion Parque El Tunal

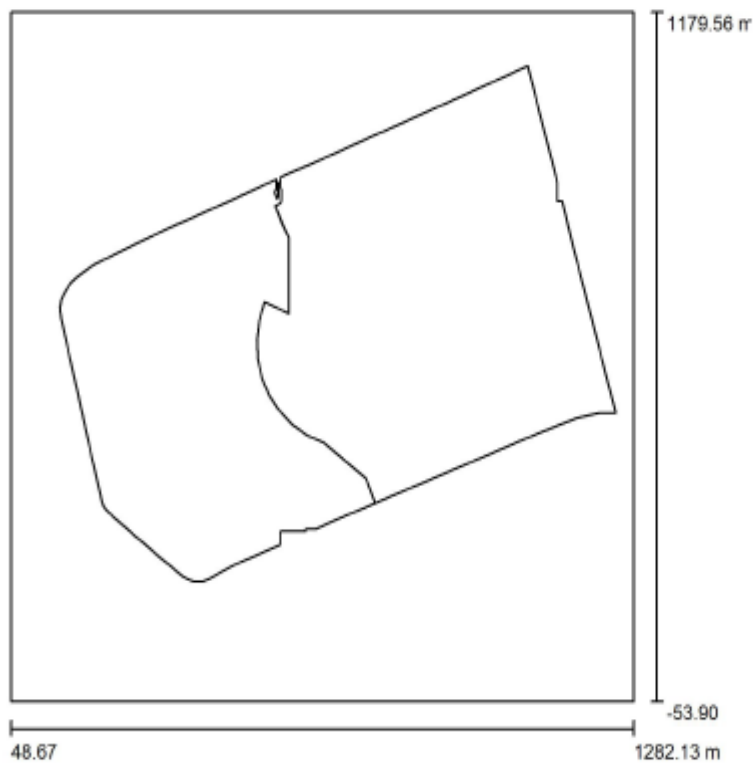
**DIALux**

08.12.2015

Univesidad De La Salle

Proyecto elaborado por Anthony Rodriguez Chaparro  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Escena exterior 1 / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 0.0%

Escala 1:11432

#### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	466	SCHREDER 334944 TECEO 1 (1.000)	5053	6432	51.0
			Total: 2354502	Total: 2997312	23766.0



## ANEXO 7 Ubicación de Luminarias

Diseño De Iluminación Parque El Tunal

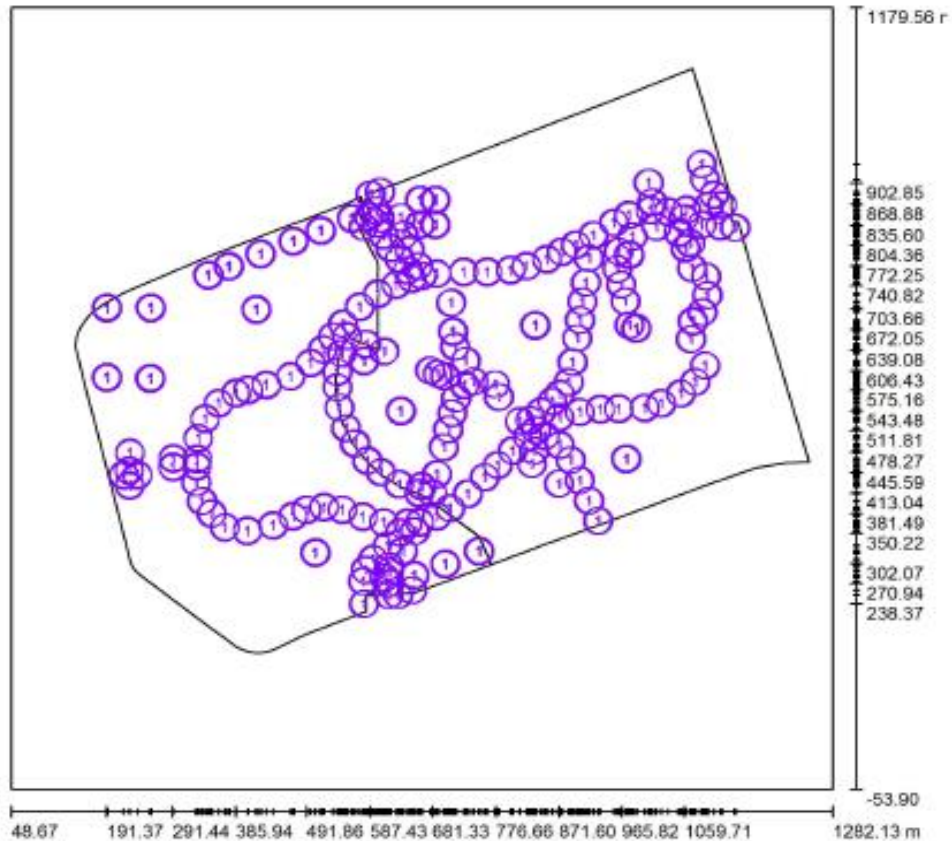
**DIALux**

08.12.2015

Univesidad De La Salle

Proyecto elaborado por Anthony Rodriguez Chaparro  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Escena exterior 1 / Luminarias (ubicación)



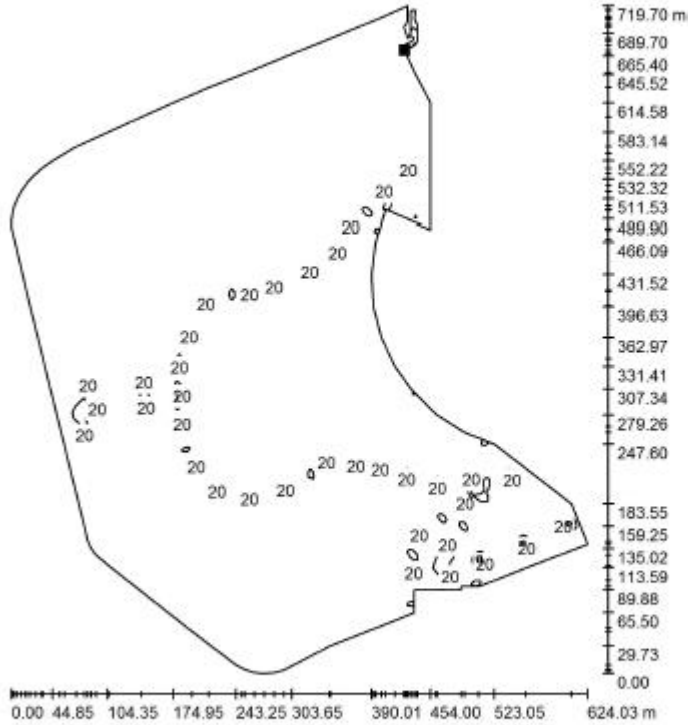
Escala 1 : 8819

#### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	466	SCHREDER 334944 TECEO 1

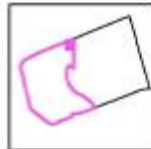
# Elementos del suelo Isolineas

## Escena exterior 1 / Elemento del suelo 2 / Superficie 1 / Isolineas (E)



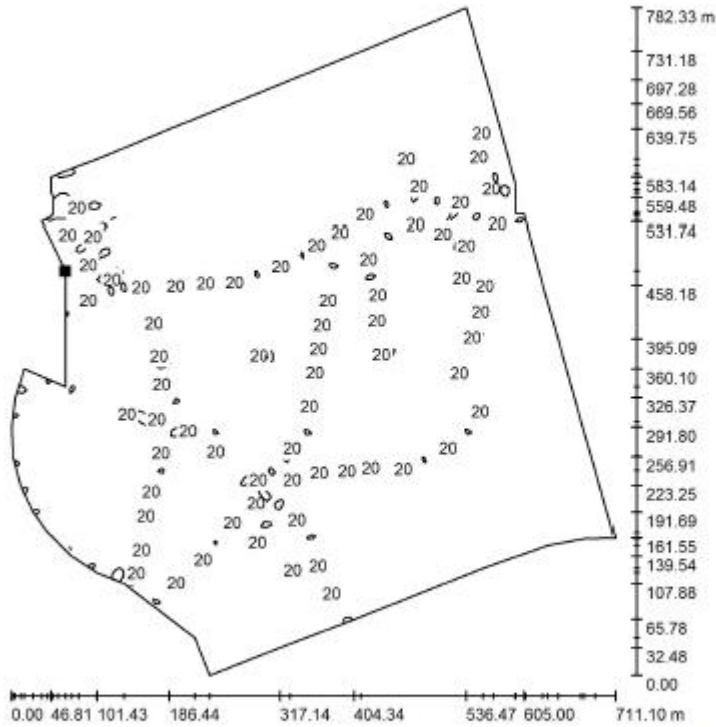
Valores en Lux, Escala 1 : 5628

Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(571.520 m, 832.741 m, 0.000 m)

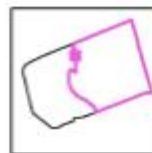


# Continuacion anexo 8

Escena exterior 1 / Elemento del suelo 3 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Situación de la superficie en la escena exterior:  
 Punto marcado:  
 (599.348 m, 775.775 m, 0.000 m)



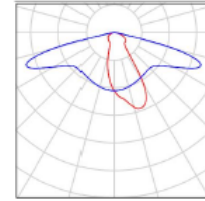
Valores en Lux, Escala 1 : 6118

## ANEXO – Datos de criterio para el diseño y planificación.

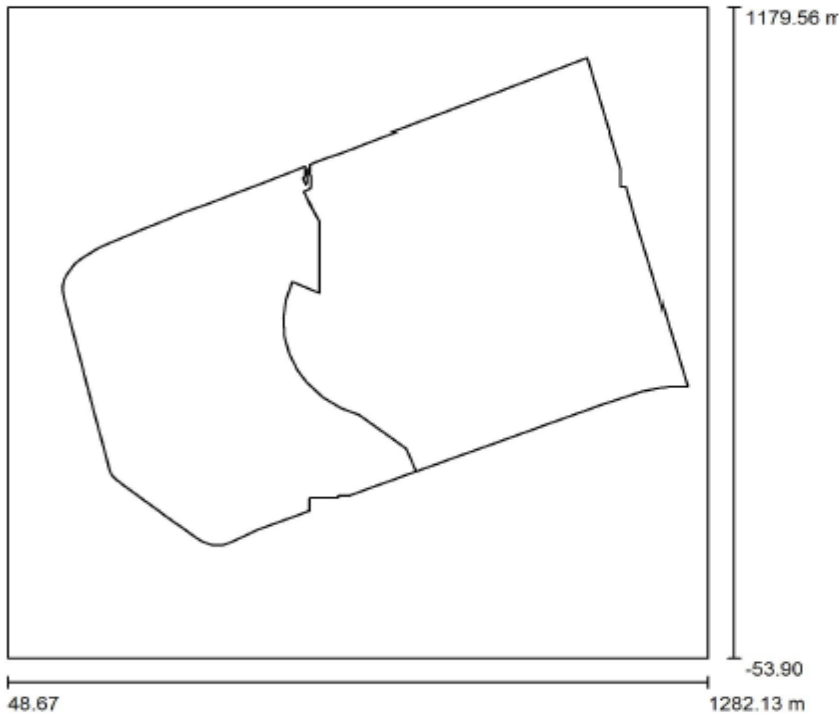
### Diseño De Iluminacion Parque El Tunal / Lista de luminarias

466 Pieza SCHREDER 334944 TECEO 1  
 N° de artículo: 334944  
 Flujo luminoso (Luminaria): 5053 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 6432 lm  
 Potencia de las luminarias: 51.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 48 76 96 100 78  
 Lámpara: 1 x 32 XP-G2 500mA NW [150lm - 350mA] (Factor de corrección 1.000).

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



### Escena exterior 1 / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 0.0%

Escala 1:11432

#### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	466	SCHREDER 334944 TECEO 1 (1.000)	5053	6432	51.0
Total:			2354502	Total: 2997312	23766.0