

**SISTEMA DE MONITOREO DE VARIABLES EN LA ILUMINACIÓN DEL
PARQUEADERO PRINCIPAL DE LA INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL
BRAVO**

Juan Camilo Ariza Gutiérrez
Wilson Mauricio Vanegas Pérez
Julier Jaime Castaño Zapata

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍAS
INGENIERÍA ELÉCTRICA
MEDELLÍN
2017**

**SISTEMA DE MONITOREO DE VARIABLES EN LA ILUMINACIÓN DEL
PARQUEADERO PRINCIPAL DE LA INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL
BRAVO**

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Electricista

Juan Camilo Ariza Gutiérrez
Wilson Mauricio Vanegas Pérez
Julier Jaime Castaño Zapata

ASESOR

Mónica Isabel Narváez
Ingeniera Electricista

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍAS
INGENIERÍA ELÉCTRICA
MEDELLÍN
2017**

Contenido

Introducción	10
1. Planteamiento del problema	11
1.1. Descripción.....	11
1.2. Formulación	11
2. Justificación.....	13
3. Objetivos.....	14
3.1. General	14
3.2. Específicos	14
4. Marco teórico.....	15
4.1. Retilap	15
4.1.1. Alumbrado público e iluminación exterior.....	16
4.2. Eficiencia energética	16
4.3. Sistema de monitoreo fotovoltaico.....	18
4.3.1. Las ventajas de un monitoreo	18
5. Metodología.....	21
5.1. Tipo de estudio.....	21
5.2. Método	21
5.3. Población y muestra	21
5.4. Instrumentos de recolección de información	22
5.4.1. Fuentes primarias	22
5.4.2. Fuentes secundarias	22
6. Resultados del proyecto.....	23

6.1. Planteamiento de protocolo de conexión entre el sistema de monitoreo de las luminarias y un computador en tierra.....	23
7. Conclusiones.....	46
8. Recomendaciones	47
9. Bibliografía.....	48
10. Anexos	49

Lista de figuras

Figura 1. Uso de la energía para el sector terciario	17
Figura 2. Consumo en iluminación por tecnología	17
Figura 3. Esquema básico de programa fotovoltaico	19
Figura 4. Protocolo de conexión	23
Figura 5. Informe DIALux en la instalación de luminarias en el sector del parqueadero	24
Figura 6. Especificaciones técnicas de la luminaria utilizada	31
Figura 7. Luminaria in situ.	32

Lista de tablas

Tabla 1. Ficha técnica de las luminarias instaladas	30
Tabla 2. Adquisición de datos del sistema de alumbrado	34

Lista de anexos

Anexo 1. Ficha técnica de la luminaria.....	49
Anexo 2. Informe dialux	49

Resumen

La implementación de medidas en materia de energías renovables en la Institución Universitaria Pascual Bravo, ha permitido que a través de la instalación de un proyecto de iluminación tipo led en el sector de parqueaderos, se lleven a cabo cambios a nivel de infraestructura de gran relevancia en su instauración, directivas, estudiantes y docentes se unen en pro de brindar herramientas que permitan entender la importancia de pensar un entorno construido con iluminación eficiente, donde a través del análisis se identifican la importancia no solo de la eficiencia energética a través de la construcción del proyecto de iluminación sino de herramientas para garantizar la sostenibilidad y la vida útil de la misma, es allí donde cobra importancia el presente proyecto, en el cual por medio del monitoreo del sistema fotovoltaico ya instalado, se obtienen datos en tiempo real del funcionamiento de paneles, lámparas led, controladores, baterías, reguladores e inversores y de las diversas magnitudes que permiten conocer y evaluar el comportamiento de las instalaciones fotovoltaicas, con el fin de actuar de manera oportuna sobre las fallas presentadas y de este modo permitir su optimización y larga preservación.

Palabras clave: Arduino, Monitorización, Iluminación led, Energías renovables.

Abstract

The implementation of measures in the field of renewable energy in the University Institution Pascual Bravo, has allowed that through the installation of a lighting project led in the parking sector, changes are made at the level of infrastructure of great relevance in its establishment, administrators, students and teachers come together to provide tools to understand the importance of thinking about an environment built with efficient lighting, where through analysis the importance of not only energy efficiency is identified through the construction of the project of lighting but of tools to guarantee the sustainability and the useful life of the same, it is there where the present project takes importance, in which by means of the monitoring of the already installed photovoltaic system, obtain data in real time of the operation of panels , led lamps, controllers, batteries, regulators and inverters and the various magnitudes that allow to know and evaluate the behavior of photovoltaic installations, in order to act in a timely manner on the faults presented and thus allow their optimization and long preservation.

Keywords: Arduino, Monitoring, LED lighting, Renewable energies.

Introducción

La eficiencia energética es un elemento altamente eficaz para hacer frente a la problemática ambiental presentada actualmente sobre los recursos no renovables, la continua emisión de gases de efecto invernadero, es una situación que debe afrontarse desde todos los frentes, es por ello que buscar alternativas, que lleven a la implementación de estrategias que vayan en pro de mejorar en mediano o corto plazo esta situación son una de las principales iniciativas que desde la Institución Universitaria Pascual Bravo se promueven.

Está comprobado que la implementación de medidas y programas de eficiencia energética constituyen una estrategia efectiva en función del costo en el corto y mediano plazo, es posible cubrir las obligaciones adquiridas para financiación, sin tener en cuenta el alto impacto que se genera a nivel de impacto social y ambiental, (Ministerio de Minas y Energía, 2011), lo anterior es de gran relevancia para el presente proyecto, dado que monitorear los procesos de transformación, distribución y almacenamiento son parte fundamental para garantizar el buen estado de los sistemas y dar suministro de energía eléctrica continuo, eficiente y amigable con el medio ambiente, no solo se debe garantizar la instalación del sistema sino responder por su correcto y efectivo funcionamiento.

1. Planteamiento del problema

1.1. Descripción

La Institución Universitaria Pascual Bravo, impulsa la implementación de sistemas fotovoltaicos uniéndose a las políticas Nacionales sobre el uso racional de la energía.

La idea de estos aportes es generar espacios amigables con el medio ambiente y dar confort a la comunidad estudiantil. Actualmente las nuevas tecnologías implementadas requieren de manejos especiales para perdurar en el tiempo y garantizar la correcta funcionalidad, iluminación eficiente y extender al máximo la vida útil de los equipos, es por ello que la institución debe contar con un sistema que permita monitorear el estado actual de las luminarias y así tener planes de acción ante cualquier eventualidad y garantizar siempre el propósito para la cual han sido instaladas.

1.2. Formulación

¿Cómo garantizar el funcionamiento efectivo de las luminarias instaladas en la zona de parqueaderos de la Institución Universitaria Pascual Bravo?

Actualmente la Institución Universitaria Pascual Bravo, en las áreas de espacio público, tiene instaladas alrededor de un 75% de lámparas fotovoltaicas, de las cuales un 20% de ellas ya presentan fallas por falta de mantenimiento o mal dispuestas en el diseño. Es por esta razón que se propone desarrollar e implementar un sistema de monitoreo en la cual se centralice la información obtenida de las instalaciones de luminarias Fotovoltaicas del parqueadero principal, que permita adoptar las adecuadas medidas predictivas y preventivas como realización de informes periódicos del comportamiento de las instalaciones por medio de un software y

proponer la interfaz del controlador al Computador donde se evidencien los registros de las variables monitoreadas.

2. Justificación

Tras la instalación de las luminarias tipo led en distintas zonas de la Institución Universitaria Pascual Bravo, se detectó que han ido sufriendo un desabastecimiento, gracias a la falta de control y monitoreo que se ha llevado a cabo después de su instalación, es por ello que es importante definir planes de acción que permitan mitigar este impacto y con ello su optimización. Se propone como estrategia la implementación de un sistema de monitoreo que permita el seguimiento y control del funcionamiento y que a partir del mismo se emitan alarmas que permitan tomar acciones pertinentes en la inspección, reparación o mejoramiento de la instalación.

3. Objetivos

3.1.General

Desarrollar un sistema de monitoreo de variables de la iluminación del parqueadero principal de la Institución Universitaria Pascual Bravo

3.2.Específicos

- Plantear un protocolo de conexión entre el sistema de monitoreo de las luminarias y un computador en tierra.
- Establecer filtros pre-eliminarios como datos de corrientes, voltajes y potencia con criterios desde la Ingeniería. Eléctrica, a la información que será utilizada y analizada para efectos de uso racional de la energía eléctrica.

4. Marco teórico

4.1.Retilap

El objeto fundamental del reglamento es establecer los requisitos y medidas que deben cumplir los sistemas de iluminación y alumbrado público, tendientes a garantizar: Los niveles y calidades de la energía lumínica requerida en la actividad visual, la seguridad en el abastecimiento energético, la protección del consumidor y la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos originados por la instalación y uso de sistemas de iluminación; en este sentido en la sección 210 generalidades del diseño de iluminación del reglamento se afirma como la luz es un componente esencial en cualquier ambiente, evidenciando como a través de la misma se puede influir en el sobre la estética, la ambientación, el rendimiento visual, el estado de ánimo y la motivación de las personas, es pñor ello que en los proyectos de iluminación se deben aprovechar los desarrollos tecnológicos de tal forma que se tenga el mejor resultado lumínico con los menores requerimientos de energía posibles, (Ministerio de Minas y Energía, 2016).

El presente proyecto siguió los requerimientos exigidos en el RETILAP como son; Análisis, planificación y diseño y en su implementación los requerimientos del RETIE con el fin de que tanto la instalación como la parte de monitoreo a implementar mediante el presente proyecto pudiera realizarse de manera efectiva.

En la implementación como lo exige el reglamento se utilizaron luminarias LG Solar Sreet Light & led 2016, las cuales cumplen con los requerimientos establecidos en el reglamento, incorporando a su vez conceptos de uso racional y eficiente de la energía, permitiendo que se obtenga una iluminación eficiente, sin desatender las demandas visuales .

4.1.1. Alumbrado público e iluminación exterior.

Un sistema de iluminación de alumbrado público debe ser apropiado para el desarrollo normal de las actividades planeadas para esta zona, sean vehiculares o peatonales, debe tenerse en cuenta la confiabilidad de la percepción la cual está relacionada con lo que puede percibirse cuando se tiene un contraste superior al mínimo requerido por el ojo y la comodidad visual en la cual el ambiente visual de un conductor está constituido principalmente por la visión de la calzada al frente del volante y en menor grado por el resto de su campo visual, que puede llegar a tener información para el conductor, como las señales de tránsito, aplicando la cantidad y calidad de la luz sobre el área observada y de acuerdo con el trabajo visual requerido. Así, para cumplir esos requerimientos de luz se debe hacer una cuidadosa selección de la fuente y la luminaria apropiada teniendo en cuenta su desempeño fotométrico, de tal forma que se logre los requerimientos de iluminación con las mejores interdistancias, las menores alturas de montaje y la menor potencia eléctrica de la fuente posible, (Ministerio de Minas y Energía, 2010).

La seguridad se logra si el alumbrado permite a los usuarios que circulan a velocidad normal evitar un obstáculo cualquiera. La iluminación debe permitir, en particular, ver a tiempo los bordes, las aceras, separadores, encrucijadas, señalización visual y en general toda la geometría de la vía. Para este efecto, está establecido que el criterio de seguridad consiste en la visibilidad de un obstáculo fijo o móvil constituido por una superficie de 0,20 m x 0,20 m, con un factor de reflexión de 0,15, (Ministerio de Minas y Energía, 2010)

4.2.Eficiencia energética

En el plan de acción indicativo de eficiencia energética 2017 2022. Una realidad y oportunidad para Colombia; se muestran como evidencia importantes estadísticas en materia del uso de la iluminación en el sector terciario en el cual se encuentra las instituciones de educación con el código CIU número 80, en la figura 1 puede notarse como la iluminación ocupa un porcentaje relevante dentro de los principales factores de consumo de energía con un 31%, y a su vez en la figura 2 puede observarse como sigue teniendo mayor uso la tecnología fluorescente tubular en las instalaciones.

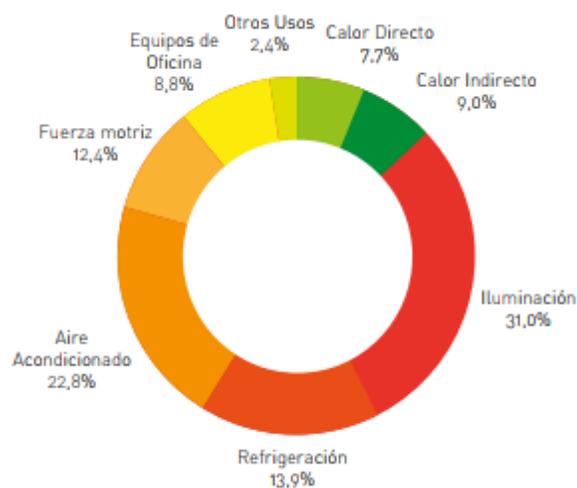


Figura 1. Uso de la energía para el sector terciario

Fuente: Extraído de:

http://www.upme.gov.co/SeccionDemanda/Normatividad/PAI_PROURE_2017-2022.pdf

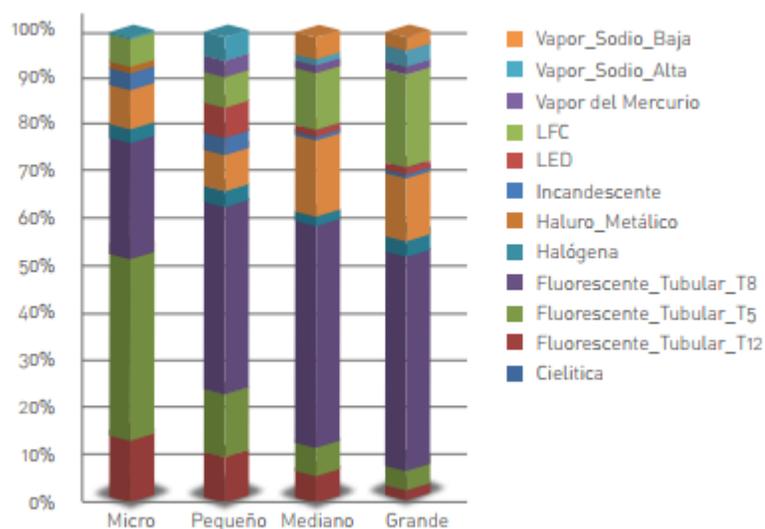


Figura 2. Consumo en iluminación por tecnología

Fuente: Extraído de:

http://www.upme.gov.co/SeccionDemanda/Normatividad/PAI_PROURE_2017-2022.pdf

Existen en la actualidad sistemas de monitoreo desarrollados específicamente para plantas generadoras fotovoltaicas. La mayor parte de los sistemas se basan en la utilización de una PC y

herramientas virtuales (algunas de elevado costo) para el monitoreo continuo en las que se analiza datos ambientales, datos eléctricos en corriente continua provenientes de los módulos fotovoltaicos y datos de conversión en corriente alterna, algunos con la prestación de monitoreo remoto, son capaces de determinar la presencia de anomalías eléctricas para posteriormente efectuar análisis en el intervalo de funcionamiento que se considere conveniente, (Firman, et al., 2012).

4.3.Sistema de monitoreo fotovoltaico

El monitoreo como un concepto general que consiste en la observación del comportamiento o el curso de uno o más parámetros para detectar anomalías para que puedan ser posteriormente controladas.

Actualmente en el mercado existen diferentes sistemas de monitoreo desarrollados específicamente para plantas generadoras fotovoltaicas, los cuales están basados en su mayoría por la conexión a un PC y la integración de distintas herramientas virtuales que permiten el monitoreo continuo en las que se analizan datos ambientales, datos eléctricos en corriente, voltajes y otras variables provenientes de los módulos fotovoltaicos y datos de conversión en corriente alterna, algunos de ellos con la prestación de monitoreo remoto.

El monitoreo de los sistemas fotovoltaicos proporciona información necesaria que permite mantener, operar y controlar el sistema, reduciendo los costos de operación y evitando indeseadas interrupciones en el suministro eléctrico

4.3.1. Las ventajas de un monitoreo

La monitorización de un sistema fotovoltaico ha evolucionado desde su origen, pasando de supervisarse únicamente el contador de energía eléctrica a supervisar los inversores, según estudios realizados a lo largo del tiempo, se puede establecer que la diferencia entre una instalación fotovoltaica con un sistema de monitorización adecuado y una instalación sin monitorización o con una monitorización básica, una importante reducción en costes de mantenimiento, aumento de la rentabilidad, mejora de la disponibilidad y mayor seguridad del

sistema (Calefacción solar, 2014), a continuación en la Figura 3, se observa el esquemático de instalación del sistema de monitoreo.

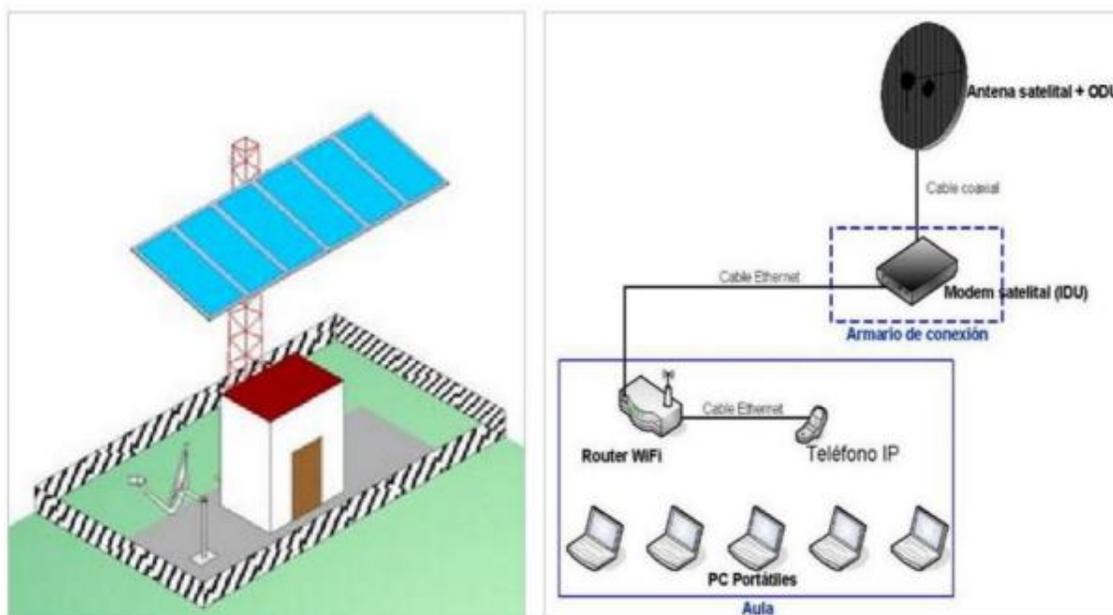


Figura 3. Esquema básico de programa fotovoltaico

Fuente. (<http://www.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/viewFile/731/659>)

Dentro de las principales ventajas de contar con un sistema de monitoreo fotovoltaico son:

- Permite conocer donde está en uso la instalación fotovoltaica, disponer de información en tiempo real del funcionamiento de paneles, lámparas led, controladores baterías, reguladores e inversores y de datos reales de las diversas magnitudes que permitan conocer y evaluar el comportamiento de las instalaciones fotovoltaicas..
- Dependiendo del software instalación se podrá proceder a la autoreparación de los problemas e inconvenientes en el sistema fotovoltaico a través de un software automatizado.
- Desarrollar entornos de visualización de las magnitudes registradas en tiempo real y de las series históricas de datos registrados del funcionamiento de la instalación fotovoltaica.
- Disponer de sistemas de almacenamiento y recuperación de la información histórica y en tiempo real de las instalaciones fotovoltaicas.

- Posibilidad de acceder a la información de funcionamiento de la instalación desde internet por niveles y/o roles y a través de entornos amigables, atractivos y personalizados y de fácil manejo.
- Centralizar la información obtenida de las instalaciones fotovoltaicas en un ‘Centro de Control Fotovoltaico’ que permita adoptar las adecuadas medidas predictivas, preventivas y correctivas así como la generación de avisos y/o alarmas en función de la información obtenida en tiempo real del funcionamiento de los sistemas fotovoltaicos.
- Realizar informes periódicos (horarios, diarios, semanales, quincenales, mensuales, trimestrales, semestrales y anuales) del seguimiento del comportamiento de las instalaciones fotovoltaicas. Tener la implementación de sistema de monitoreo de las diferentes magnitudes y parámetros, medidos en paneles, baterías, reguladores e inversores, permite disponer de información necesaria para el mantenimiento, operación y control de las instalaciones fotovoltaicas.

5. Metodología

5.1. Tipo de estudio

El proyecto es de tipo correlacional dado que ahonda en la exploración de necesidades en las instalaciones presentes y proyectadas de la Institución Universitaria Pascual Bravo, para complementar a través de su implementación los beneficios visibles en las mismas, es una explicación parcial que delimita la atención centrada en la instalación para pasar al análisis de las variables y la importancia de los factores como el mantenimiento preventivo a través del control y monitoreo en tiempo remoto.

5.2. Método

Se utilizará el tipo de estudio explicativo dado que se pasará por el objeto de la instalación de las luminarias, el porqué de las necesidades de establecer técnicas de monitoreo en las mismas para pasar a establecer el comportamiento en la implementación de herramientas que permitan subsanar dicho fenómeno y el análisis inherente a las ventajas en su implementación.

5.3. Población y muestra

La población beneficiaria del proyecto serán la Institución Universitaria Pascual Bravo por el reconocimiento de las variables sistemáticas en el aprovechamiento de herramientas que faciliten establecer control sobre los proyectos ya ejecutados.

5.4. Instrumentos de recolección de información

5.4.1. Fuentes primarias

Dentro de las fuentes primarias utilizadas se encuentran, artículos de investigación, trabajos de grado, libros e información primaria que permita establecer la relación entre la normatividad vigente, las instalaciones fotovoltaicas y las herramientas presentes que permiten llevar a cabo la monitorización de variables en un sistema de iluminación.

5.4.2. Fuentes secundarias

Dentro de las fuentes secundarias se contó con la participación y conocimiento de docentes en Ingeniería Eléctrica y sitios web con información de importancia de eficiencia energética, funcionamiento y aplicación de sistemas de monitoreo y la aplicación de la misma al objeto de investigación.

6. Resultados del proyecto

6.1. Planteamiento de protocolo de conexión entre el sistema de monitoreo de las luminarias y un computador en tierra.

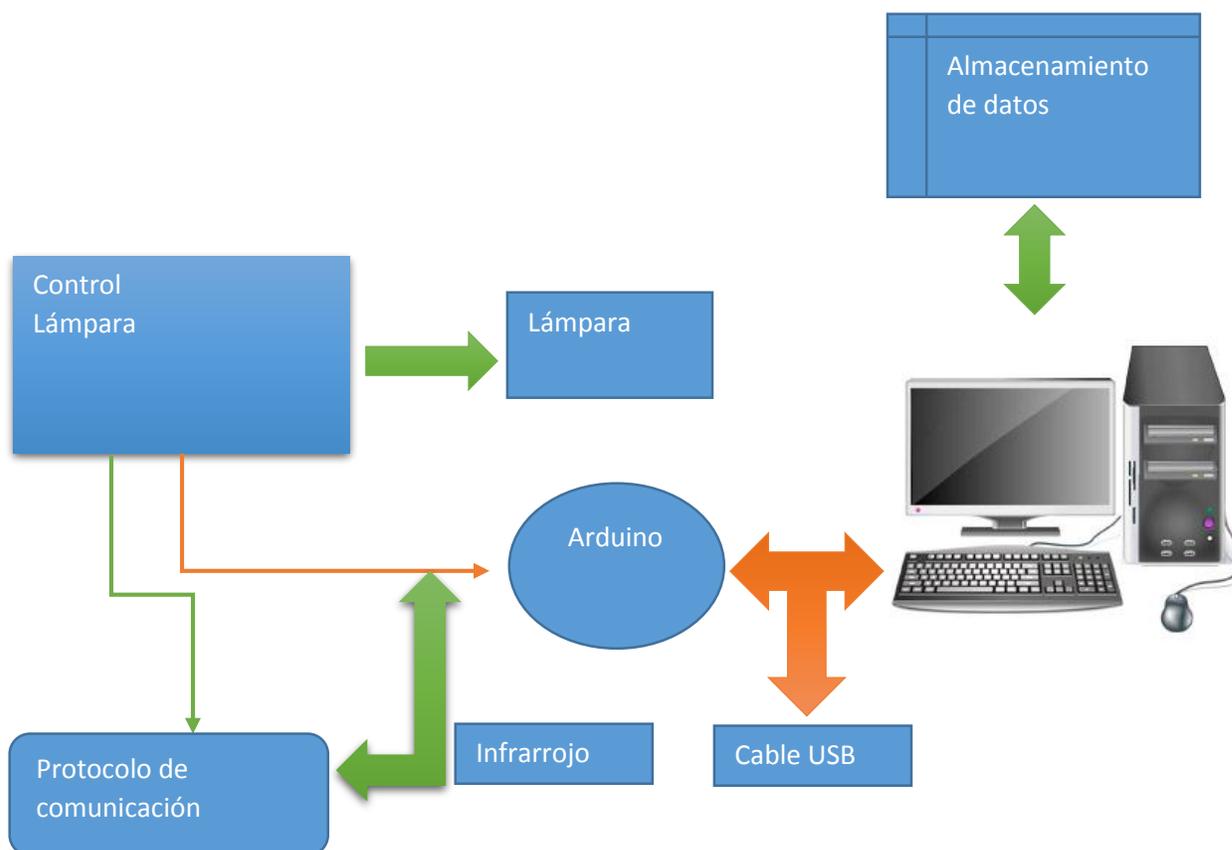


Figura 4. Protocolo de conexión

Para establecer el desarrollo e implementación del sistema de monitoreo en la instalación de las luminarias en el sector de los parqueaderos, es importante contar en primera instancia con el diseño, el cual se encuentra integrado al módulo de monitoreo en tiempo real basado en un controlador incorporado en el panel solar de bajo consumo para recopilar datos.

Se evidencian a continuación imágenes del DIALux, en el estudio preliminar para el diseño:

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Proyecto 1 / Lista de luminarias

7 Pieza FH SOLAR & LED 30W 1S
 N° de artículo:
 Flujo luminoso (Luminaria): 3319 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 3300 lm
 Potencia de las luminarias: 30.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 51 84 98 100 101
 Lámpara: 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 1.000).

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

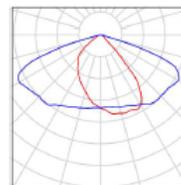
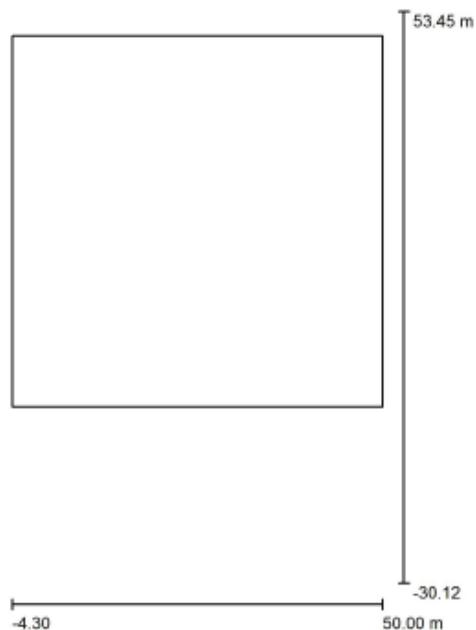


Figura 5. Informe DIALux en la instalación de luminarias en el sector del parqueadero

Fuente: Informe DIALux desarrollado por los integrantes del proyecto

Parqueadero Pascual Bravo / Datos de planificación



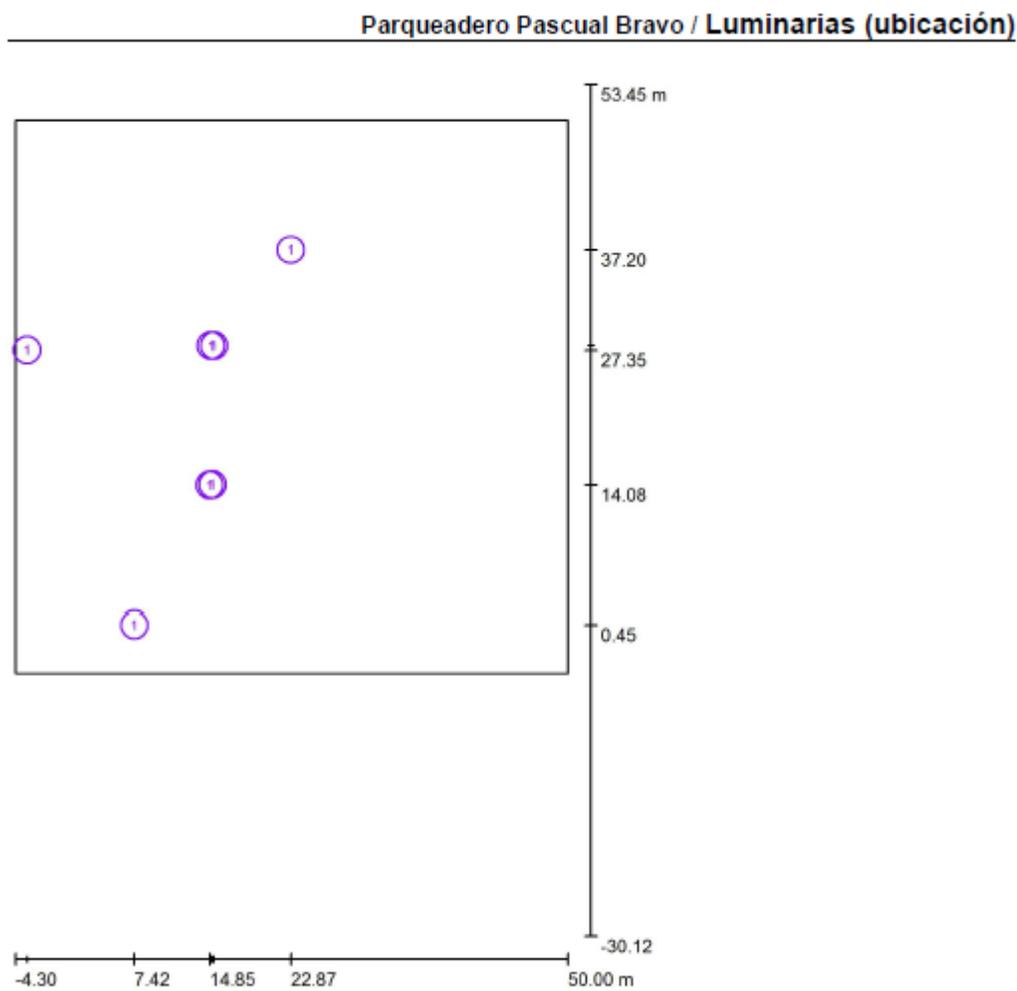
Factor mantenimiento: 0.57, ULR (Upward Light Ratio): 0.5%

Escala 1:775

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	7	FH SOLAR & LED 30W 1S (1.000)	3319	3300	30.0
Total:			23232	Total: 23100	210.0

Figura 4. (Continuación)



Escala 1 : 500

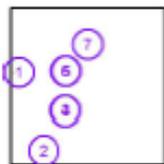
Figura 4. (Continuación)

Fuente: Informe DIALux desarrollado por los integrantes del proyecto

Parqueadero Pascual Bravo / Luminarias (lista de coordenadas)

FH SOLAR & LED 30W 1S

3319 lm, 30.0 W, 1 x 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 1.000).

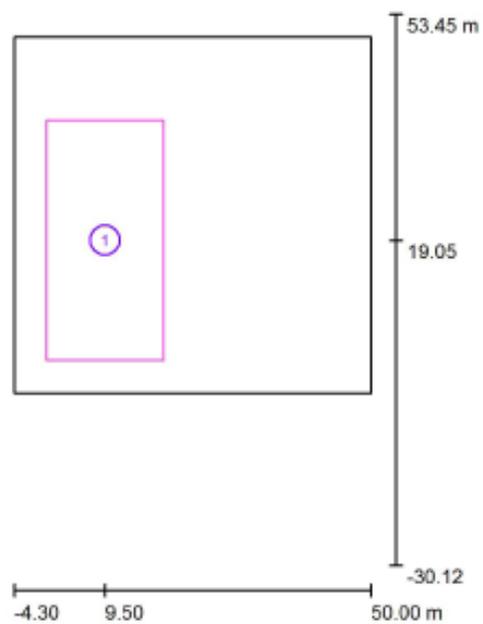


N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	-3.148	27.349	7.000	0.0	-20.0	0.0
2	7.424	0.450	7.000	0.0	-20.0	90.0
3	15.150	14.113	7.000	0.0	-20.0	0.0
4	14.852	14.079	7.000	0.0	-20.0	180.0
5	15.288	27.799	7.000	0.0	-20.0	0.0
6	14.986	27.798	7.000	0.0	-20.0	180.0
7	22.871	37.200	7.000	0.0	-20.0	-140.0

Figura 4. (Continuación)

Fuente: Informe DIALux desarrollado por los integrantes del proyecto

Parqueadero Pascual Bravo / Superficie de cálculo (sumario de resultados)



Escala 1 : 952

Lista de superficies de cálculo

N°	Designación	Tipo	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
1	Superficie de cálculo 2	perpendicular	128 x 128	11	2.23	24	0.212	0.093

Figura 4. (Continuación)

Fuente: Informe DIALux desarrollado por los integrantes del proyecto

Parqueadero Pascual Bravo / Rendering (procesado) en 3D

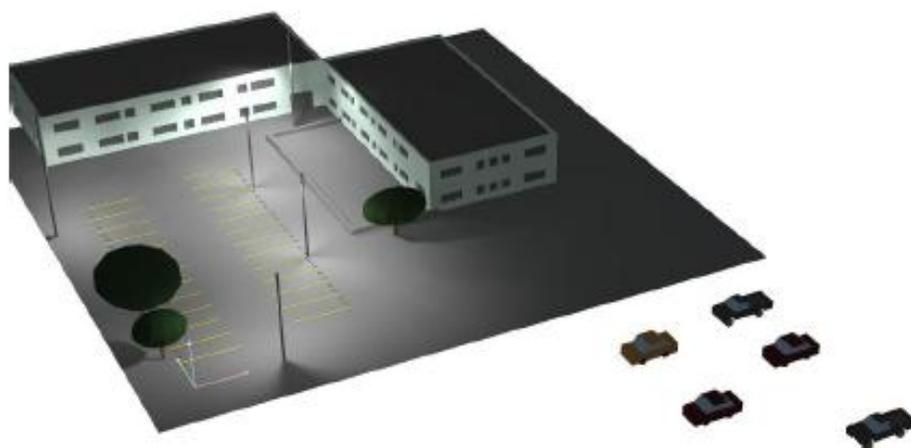
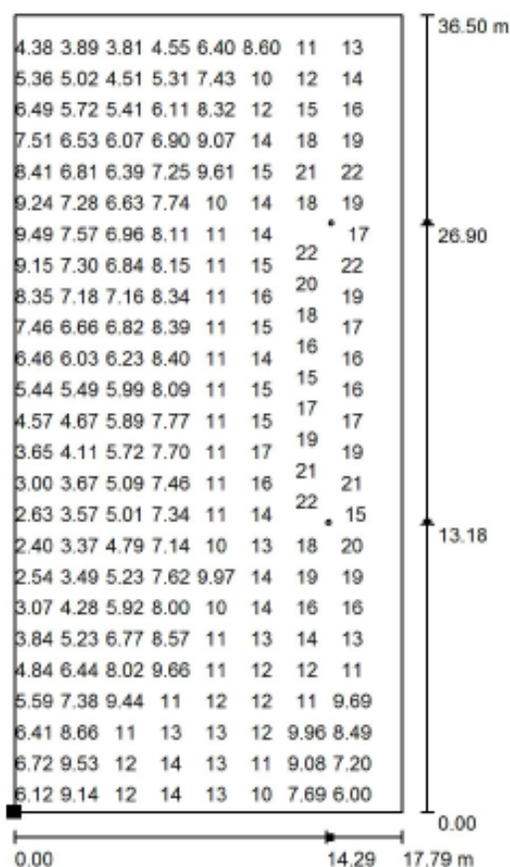


Figura 4. (Continuación)

Fuente: Informe DIALux desarrollado por los integrantes del proyecto

Parqueadero Pascual Bravo / Superficie de cálculo 2 / Gráfico de valores (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 286

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado:
(0.607 m, 0.800 m, 0.300 m)

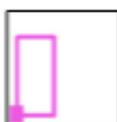


Figura 4. (Continuación)

Fuente: Informe DIALux desarrollado por los integrantes del proyecto

Posterior a la etapa del diseño antes descrita se procede con la instalación de luminarias sobre las cuáles se integrará el sistema del controlador, elemento que permitirá tener la comunicación con los elementos instalados en la luminaria y los datos principales que sirven de base para obtener información del diagnóstico y funcionamiento de las luminarias, este controlador está integrado principalmente por el regulador que permite el ingreso de la variable eléctrica al

dispositivo instalado para cargar una batería, un elemento de control que permitirá tener la posibilidad de tomar decisiones de cuando todo esta llegando a su estado de operación, un elemento de potencia que permitirá realizar gestión de almacenamiento y suministro y por último un dispositivo de entrega de la variable a controlar hasta que vuelva a necesitar de nuevo el ingreso de la variable electrica, se procede con la instalación de las luminarias, las cuales son un conjunto de celdas solares interconectadas entre sí. Su función es generar electricidad en corriente directa bajo la luz solar no concentrada. Tiene geometría rectangular plana, y está protegido contra la acción del medio ambiente por una envolvente exterior de distintos materiales. Cuenta con terminales de conexión externa para entregar la corriente que produce, está construida con tecnología LED que reduce el consumo de las luminarias y la luminosidad es mayor que las luminarias convencionales, se muestran a continuación fotografías de la instalación de las luminarias y la información relevante sobre las mismas.

Tabla 1. Ficha técnica de las luminarias instaladas

MODELO	FH-PVS10
Potencia nominal:	35 w
Especificación de panel solar:	Mono cristal 50.4w/18v
Especificación de la batería:	24ah/12v
Tiempo de trabajo constante a plena potencia:	7 horas
Tiempo de trabajo en el modo de ahorro de energía	(25%) ≥ 35 horas
Tiempo de carga:	> 60°c
Temperatura de descarga:	-20°c a 60°c
Luces de umbral de detección del conmutador:	On ≤10 lxs, off ≥15 lxs




Automatically light control
 •Infrared body sensor
 •Microwave induction
 After the infrared body signals being detected, there are two different reactions: When battery voltage works at the normal mode, the light will turn into energy-saving mode after 5-minute 100% lighting period(25%)
 When battery voltage works at undervoltage condition, the light will turn into energy-saving mode after 3-minute 20% lighting period(25%).

Specifications

Electrical Specifications:

Model No.	FH-PVS10
LED Number	7 Units
Nominal Power	10 W
Solar Panel Spec.	Monocrystal 16.8W/18V
Battery Spec.	9AH/12V
Constant Worktime at Full Power	8 Hours
Worktime at Energy-saving Mode(25%)	≥40 Hours
Charge Time	Max power 5~6 Hours
Charge Temperature	<60°C
Discharge Temperature	-20°C~60°C
Switch Lights Sense Threshold	on ≤10 LXS, off ≥15 LXS

Photometric Specifications:

Luminous Flux (full power)	1100 lm (±Lumen tolerance +/- 5%)
Light Type	15
CCT	   



Solar panel



Lithium-iron battery



Controller











Figura 6. Especificaciones técnicas de la luminaria utilizada

Fuente: Extraído de www.fhsolarled.com



Figura 7. Luminaria in situ.

Se procede con la instalación de la interfaz de comunicación entre el controlador y el PC, a través de la utilización del Arduino, la cual tiene adaptada tecnología de lectura de sensores infrarrojos, que permiten la obtención de datos del controlador instalado en las luminarias y de este modo el procesamiento de información mediante la comunicación integrada con el PC, el control teledirigido infrarrojo inalámbrico establece la base de comunicaciones de datos en el protocolo

de handshake múltiple y el algoritmo de compresión para hacer la transferencia de datos rápida y precisa,

El Arduino en su composición cuenta con las siguientes herramientas que facilitan la obtención de datos y la posterior transferencia de los mismos como son:

- Conexiones de Entrada: Todas las señales digitales o análogas con las que se quiera iniciar y/o realimentar el diseño de programa se pueden denominar entradas, normalmente son variables físicas o químicas que a si vez permiten un control eléctrico y estas van a dar el punto de partida o estado inicial de la operación del árbol de tareas que se desean ejecutar, (Universidad de Cádiz, 2011).
- Microcontrolador: Es el cerebro de Arduino y de cualquier tecnología de programación, ya que es aquel dispositivo construido para obtener los datos recibidos del entorno (conexiones de entrada) en donde, a través del lenguaje programático se le dice cómo interpretar la información, qué parámetros buscar y comparar, y por último, qué acciones tomar de acuerdo a la respuesta, (Universidad de Cádiz, 2011).
- Conexiones de salida: es toda aquella acción que el lenguaje quiera controlar, Arduino puede conectarse con diversos actuadores (relés, pantallas, motores,...), y sistemas lógicos (otras placas, ordenadores,...) para provocar la respuesta que necesitamos, (Universidad de Cádiz, 2011).
- Puertos/buses de comunicación: serie, I2C, SPI en la placa y ethernet, wifi, modbus, can bus, RS232, etc... mediante shields. Para la aplicación del proyecto se basará en la tecnología infrarroja, (Universidad de Cádiz, 2011).

La interfaz de comunicación entre el controlador y el PC, permite obtener información de las luminarias fotovoltaicas, visualizar su comportamiento, y realización una verificación inicial del estado de las principales variables presentadas en la misma, los datos obtenidos llegan al sistema diseñado con Excel a manera de base de datos, con el fin de contar con información base para proceder con el diagnóstico del comportamiento de las luminarias instaladas, a continuación en la tabla se puede observar el comportamiento base de las luminarias instaladas en el sector de parqueaderos entre abril y septiembre del presente año.

Tabla 2. Adquisición de datos del sistema de alumbrado

ADQUISICIÓN DE DATOS SISTEMA DE ALUMBRADO						
FECHA	HOR	POTENCIA	TENSIÓN	CORRIENTE	INTENSIDAD	POTENCIA
	A	(W)	(V)	(A)	(L)	CONTROL (W)
11/04/2017	0	55	110,3	2,5	352,7	35,2
21/08/2017	3	72	111,93	2,64	382,95	38,03
08/06/2017	4	60	116,89	3,27	362,54	35,5
20/06/2017	20	78	112,6	2,55	366,88	37,06
19/05/2017	11	72	116,6	3,04	378,24	37,07
22/08/2017	9	59	113,35	3,27	380,99	35,85
11/07/2017	0	132	117,73	3,03	384	37,59
04/08/2017	17	130	111,03	2,58	364	35,96
24/04/2017	2	56	113,48	2,73	357,32	36,02
04/08/2017	18	94	111,69	3,29	382,1	36,31
15/08/2017	18	112	112,09	2,76	363,99	35,34
20/05/2017	19	56	113,96	3,13	379,14	38,28
05/06/2017	19	84	116,24	2,58	378,74	36,37
12/06/2017	14	125	114,11	2,53	374,92	37,41
01/06/2017	21	109	113,65	3,44	376,84	37,75
02/09/2017	5	120	117,34	2,86	377,37	36,06
27/06/2017	13	82	114,74	2,73	363,41	38,42
25/04/2017	9	113	112,22	3,02	364,97	38,56
08/07/2017	22	85	112,84	3,35	363,67	37,94
11/08/2017	8	135	118,25	3,4	362,41	36,17
07/06/2017	15	79	111,61	3,03	357,84	38,36
02/09/2017	0	110	112,6	3,13	352,84	38,25
23/08/2017	18	119	117,71	2,64	370,02	36,68
25/07/2017	1	113	112,5	2,54	353,76	36,32
09/06/2017	13	82	114,72	3,18	380,65	36,88
18/08/2017	8	106	117,04	3,41	362,67	38,37
28/05/2017	8	109	116,73	2,59	356,58	35,95
10/05/2017	18	130	118,17	3,18	376,7	37,61
25/04/2017	22	99	111,32	2,88	380,18	37,09
08/08/2017	2	90	116,94	2,78	358,84	35,42

ADQUISICIÓN DE DATOS SISTEMA DE ALUMBRADO

FECHA	HOR A	POTENCIA (W)	TENSIÓN (V)	CORRIENTE (A)	INTENSIDAD (L)	POTENCIA CONTROL (W)
14/04/2017	3	80	115,95	2,91	377,05	37,32
19/04/2017	6	121	114,44	2,86	366,23	36,95
30/08/2017	9	63	110,59	2,56	383,93	38,11
11/06/2017	6	91	111,1	3,3	357,05	37,43
18/04/2017	11	69	118,18	3,23	378,51	35,84
09/07/2017	18	115	115,4	3,22	368,3	35,45
07/08/2017	14	85	115,64	3,12	382,3	36,46
05/09/2017	7	133	114,67	2,83	361,39	37,41
15/07/2017	4	125	114,59	2,82	367,97	38,34
13/09/2017	14	111	112,93	3,21	379,52	36,04
12/08/2017	13	105	117,75	3,23	366,54	38,15
13/08/2017	1	92	116,04	3,26	377,5	35,81
02/07/2017	20	76	114,91	2,93	380,22	36,21
10/05/2017	6	71	116,29	3,26	375,97	36,07
11/07/2017	11	57	112,41	2,57	360,88	37,95
22/08/2017	4	57	112,85	3,44	370,91	36,32
19/04/2017	8	105	111,48	2,59	380,62	36,64
16/08/2017	9	68	112,56	3,47	385,27	36,9
27/06/2017	7	81	111,51	2,99	364,84	37,62
04/07/2017	13	59	112,77	2,97	379,25	35,3
07/07/2017	1	86	116,67	3,5	361,38	36,84
05/08/2017	13	64	112,84	2,89	357,81	36,28
30/08/2017	7	125	112,65	3,25	383,76	38,36
22/08/2017	16	133	111,03	2,99	362,56	37,04
09/06/2017	17	92	113,46	2,55	369,61	37
16/06/2017	18	86	112,28	3,1	380,35	36,84
15/08/2017	10	90	114,05	2,76	356,92	37,9
31/07/2017	9	124	110,65	3,05	364,2	37,37
06/09/2017	20	67	114,82	2,81	359,79	36,8
14/05/2017	23	85	111,14	3,33	364,28	36,84
19/08/2017	13	123	115,81	2,81	384,66	35,68

ADQUISICIÓN DE DATOS SISTEMA DE ALUMBRADO

FECHA	HOR A	POTENCIA (W)	TENSIÓN (V)	CORRIENTE (A)	INTENSIDAD (L)	POTENCIA CONTROL (W)
26/04/2017	2	110	116,44	3,26	367,98	38,54
01/05/2017	0	74	113,84	2,72	362,11	36,58
25/04/2017	9	98	114,58	3,29	358,63	38,34
20/08/2017	13	89	116,91	3,37	368,31	37,21
03/08/2017	2	105	115,51	2,61	363,49	37,67
03/08/2017	21	134	115,37	2,66	354,49	36,89
10/06/2017	7	82	118,29	2,86	358,01	38,18
05/05/2017	12	128	117,64	2,58	384,67	36,49
08/05/2017	9	61	117,92	3,22	380,2	35,32
19/05/2017	4	109	111,36	3,27	385,02	37,41
01/06/2017	15	134	114,18	3,34	370,97	36,23
06/07/2017	9	79	118,25	3,45	365,94	36,94
17/05/2017	17	85	115,88	3,1	364,91	37,16
24/06/2017	0	124	117,51	2,99	366,06	37,26
03/08/2017	9	117	115,91	2,75	384,9	37,43
28/04/2017	9	85	115,14	2,59	358,96	37,75
07/06/2017	13	122	117,5	2,69	365,36	37,11
23/07/2017	13	86	111,96	3,33	364,8	37,35
31/07/2017	19	73	118,27	2,99	367,72	35,73
17/05/2017	16	61	116,85	2,76	373,82	37,95
15/08/2017	12	132	114,54	2,9	365,71	35,3
13/09/2017	18	116	117,41	2,64	382,83	35,63
09/09/2017	17	125	114,89	3,46	367,64	37,27
28/04/2017	1	118	116,13	2,83	357,27	37,78
17/07/2017	15	94	118,37	2,98	360,13	37,82
16/06/2017	5	97	116,59	3,46	364,66	38,11
15/08/2017	20	75	111,39	3,47	358,32	35,36
23/05/2017	23	60	115,69	2,54	384,15	36,75
05/07/2017	21	132	111,75	3,21	361,25	37,58
16/04/2017	17	68	112,28	2,7	378,88	38,44
29/05/2017	3	116	110,5	2,83	362,24	36,32

ADQUISICIÓN DE DATOS SISTEMA DE ALUMBRADO

FECHA	HOR A	POTENCIA (W)	TENSIÓN (V)	CORRIENTE (A)	INTENSIDAD (L)	POTENCIA CONTROL (W)
18/05/2017	16	67	110,32	2,84	370,17	37,93
14/06/2017	16	119	112,46	3,47	377,78	35,8
24/07/2017	16	67	113,77	2,65	358,54	35,54
24/08/2017	13	113	112,22	3,33	371,1	35,63
30/04/2017	4	71	115,64	3,08	365,1	37,08
17/04/2017	12	83	110,62	2,63	369,31	36,94
30/08/2017	19	59	114,05	2,6	355,94	36,22
22/06/2017	21	119	117,54	2,5	371,07	37,83
18/08/2017	16	89	114,02	3,1	373,95	38,14
03/06/2017	6	79	111,2	2,98	371,06	37,87
01/09/2017	0	114	112,57	2,8	357,33	37,65
26/06/2017	12	67	117,65	3,17	378,94	38,02
03/05/2017	9	107	111,1	3,11	372,06	38,21
16/05/2017	18	55	114,76	3,45	354,78	36,64
29/04/2017	22	99	110,49	3,03	377,94	35,93
02/07/2017	14	75	117,21	3,25	377,75	36,36
01/09/2017	6	129	112,96	3,23	368,45	37,43
04/05/2017	4	123	114,68	2,61	378,67	35,45
23/08/2017	0	128	114,18	3,13	376,5	37,23
07/07/2017	8	67	112,28	3,22	380,29	37,67
12/09/2017	10	101	111,78	3,23	371,37	37,06
15/06/2017	12	79	118,03	2,95	370,93	38,49
18/06/2017	3	82	110,98	3,37	353,6	36,9
28/04/2017	13	129	115,1	3,28	376	36,2
28/06/2017	5	56	117,96	3,18	352,77	36,63
14/06/2017	19	56	110,66	2,98	354,87	38,51
25/04/2017	18	101	113,04	3,43	360,64	36,81
24/04/2017	6	100	116,91	2,51	377,88	37,07
06/07/2017	2	110	111,53	2,52	371,62	36,18
04/07/2017	17	123	114,25	2,64	379,12	37,93
19/08/2017	12	78	115,79	3,26	384,17	36,07

ADQUISICIÓN DE DATOS SISTEMA DE ALUMBRADO

FECHA	HOR A	POTENCIA (W)	TENSIÓN (V)	CORRIENTE (A)	INTENSIDAD (L)	POTENCIA CONTROL (W)
01/05/2017	0	116	116,39	3,08	358,7	38,18
25/07/2017	16	59	113,72	3,37	374,27	37,23
21/08/2017	1	70	118,36	3,18	373,94	36,32
06/08/2017	6	95	111,19	2,65	357,48	36,11
20/06/2017	19	84	115,99	3,14	362,79	37,5
18/06/2017	10	91	116,93	3,21	382,58	36,81
26/06/2017	3	66	117,79	2,59	377,35	38,21
01/06/2017	15	56	112,86	3,43	382,36	36,33
17/05/2017	16	71	115,41	2,97	380,63	35,3
12/07/2017	21	67	110,67	2,91	369,65	37,19
08/09/2017	12	57	111,07	2,63	364,93	36,51
27/06/2017	7	95	115,09	3,38	370,89	36,82
15/07/2017	2	114	111,07	2,93	361,03	36,22
20/08/2017	20	100	111,07	3,09	365,75	35,65
17/05/2017	12	77	116,87	3,18	359,43	35,93
24/05/2017	14	61	116,33	3,13	364,38	38,47
19/08/2017	3	124	116,71	2,69	361,16	38,44
19/08/2017	7	107	112,87	3,24	364,81	37,11
31/05/2017	23	80	113,6	3,24	382,58	38,25
13/06/2017	11	60	114,06	2,59	372,43	36,14
20/06/2017	17	58	116,02	3,34	361,44	36,67
28/05/2017	13	99	111,82	2,85	383,71	35,65
30/08/2017	10	128	112,08	3,48	364,93	36,73
26/08/2017	21	73	110,84	3,05	356,67	36,67
24/07/2017	8	70	112,58	3,3	353,66	37,09
03/06/2017	20	89	114,37	2,91	365,68	36,78
04/05/2017	23	86	111,69	3,1	353,72	36,15
04/07/2017	15	61	116,55	3,11	367,89	37,9
11/06/2017	20	88	118,02	3,07	376,87	37,54
11/08/2017	15	112	110,53	2,56	372,87	35,64
28/08/2017	13	105	117,87	2,62	357,3	38,33

ADQUISICIÓN DE DATOS SISTEMA DE ALUMBRADO

FECHA	HOR A	POTENCIA (W)	TENSIÓN (V)	CORRIENTE (A)	INTENSIDAD (L)	POTENCIA CONTROL (W)
14/09/2017	18	96	113	2,85	368,53	37,08
23/04/2017	7	59	111,67	2,95	375,42	38,03
26/04/2017	0	85	117,27	2,73	383,25	37,39
13/04/2017	10	103	117,31	2,64	371,94	37,69
18/04/2017	1	108	117,97	3,13	354,76	36,26
15/07/2017	16	105	110,92	3,35	373,37	36,1
28/08/2017	8	86	116,02	2,94	363,4	35,87
30/07/2017	1	65	116,98	2,84	360,84	38,56
26/08/2017	0	84	111,72	2,9	359,7	35,54
17/05/2017	18	81	113,88	3,23	369,42	35,85
22/06/2017	7	98	114,65	3,38	362,3	35,81
05/05/2017	23	66	111,16	3,36	361,32	37,55
14/05/2017	15	115	112,21	3,27	365,49	37,55
08/08/2017	23	100	116,85	2,75	375,38	37,01
20/07/2017	16	106	113,43	2,77	366,37	37,91
18/08/2017	8	108	116,63	2,98	363,35	38,59
06/08/2017	12	134	114,86	3,35	373,15	37,21
15/08/2017	21	128	111,61	2,58	370,75	35,22
13/08/2017	6	84	111,63	2,52	365,93	35,73
09/06/2017	2	87	116,34	2,5	377,38	35,26
20/04/2017	6	102	117,72	3,26	367,66	36,58
23/08/2017	18	118	112,99	2,53	358,79	35,78
19/05/2017	16	73	110,35	2,65	357,41	37,06
01/07/2017	5	117	110,46	2,67	382,14	37,26
19/06/2017	0	106	114,66	2,72	383,83	35,26
21/06/2017	1	78	116,18	2,87	363,48	37,08
03/05/2017	13	64	116,71	3,03	368,98	35,78
01/08/2017	23	65	111,33	2,83	358,59	35,42
12/09/2017	13	114	110,38	2,61	374,43	37,66
28/07/2017	7	102	113,49	3,06	384,95	37,68
17/07/2017	1	67	112,2	3,09	384,19	35,48

ADQUISICIÓN DE DATOS SISTEMA DE ALUMBRADO

FECHA	HOR A	POTENCIA (W)	TENSIÓN (V)	CORRIENTE (A)	INTENSIDAD (L)	POTENCIA CONTROL (W)
21/04/2017	1	63	110,97	3,1	366,66	36,19
31/07/2017	11	126	115,19	3,06	384,07	36,79
15/08/2017	8	115	115,57	2,76	382,62	35,53
21/05/2017	9	96	112,23	3,45	376,68	36,39
15/05/2017	13	116	117,74	2,77	376,49	38,36
06/08/2017	23	121	115,31	3,33	359,53	36,12
09/05/2017	17	96	116,13	2,96	377,95	38,18
05/08/2017	4	88	116,12	3,19	374,24	35,35
30/08/2017	18	62	115,81	3,32	368,08	37,91
15/08/2017	4	114	113,12	2,74	369,01	36,71
21/04/2017	0	75	111,23	3,49	376,52	35,97
22/05/2017	1	95	115,62	3,05	360,4	36,94
16/08/2017	20	125	112,69	3,34	371,76	36,07
06/08/2017	16	100	112,94	2,91	374,56	36,92
05/08/2017	0	118	111,01	3	369,33	35,96
04/06/2017	18	101	117,08	2,94	380,16	37,86
13/09/2017	19	105	113,49	3,29	359,53	35,39
30/07/2017	18	111	112,9	2,73	381,29	37,38
23/08/2017	9	100	111,35	3,45	384,88	37,77
11/08/2017	12	69	111,43	2,76	354,41	35,92
11/08/2017	7	94	114,83	2,82	376,65	36,06
09/07/2017	10	91	112,41	3	373,77	36,45
05/09/2017	1	101	114,32	3,33	377,68	37,67
23/08/2017	17	100	114,01	2,66	374,06	36,94
07/07/2017	22	124	114,56	2,58	379,81	38,07
12/08/2017	23	125	113,36	2,66	377,27	35,29
11/06/2017	19	70	115,6	3,43	359,1	35,43
07/07/2017	21	133	113,67	2,67	369,56	37,19
23/04/2017	17	121	114,14	2,54	358,78	38,01
05/07/2017	17	61	110,87	2,65	357,27	36,77
19/04/2017	15	78	115,76	2,65	374,8	37,13

ADQUISICIÓN DE DATOS SISTEMA DE ALUMBRADO

FECHA	HOR A	POTENCIA (W)	TENSIÓN (V)	CORRIENTE (A)	INTENSIDAD (L)	POTENCIA CONTROL (W)
21/04/2017	2	59	111,16	3,25	361,59	36,3
18/04/2017	5	84	115,52	2,9	361,24	35,93
15/07/2017	15	126	113,68	2,53	356,75	36,06
06/06/2017	4	93	118,22	3,12	353,1	35,47
14/05/2017	23	77	113,3	3,01	379,05	36,92
09/09/2017	15	68	112,9	2,51	363,33	37,18
07/08/2017	10	123	111,87	3,24	362,13	37,33
04/06/2017	20	59	116,85	2,67	354,97	35,69
11/09/2017	19	135	116,72	2,97	376,34	37,21
05/06/2017	11	62	112,88	3,3	377,13	36,58
01/05/2017	19	90	110,81	2,72	381,99	38,45
05/07/2017	8	60	111,7	2,87	367,69	36,24
08/06/2017	18	120	112,87	2,84	375,09	35,88
19/04/2017	10	95	115	2,89	358,45	37,51
28/06/2017	23	78	116,94	2,53	360,54	37,49
02/09/2017	6	125	115,63	3,27	363	37,42
17/06/2017	22	55	113,69	3,06	373,73	38,46
03/08/2017	18	130	112,08	3,34	363,23	35,27
10/09/2017	5	68	116,31	3,26	379,35	37,17
02/09/2017	0	128	115,55	3,12	381,07	36,14
30/08/2017	0	130	115,14	3,47	381,72	36,17
27/08/2017	20	80	111,84	3,41	359,27	36,72
16/07/2017	9	64	114,64	3,29	364,43	38
30/08/2017	13	110	111,44	3,43	355,88	36,46
07/09/2017	13	107	111,4	2,66	373,26	36,26
23/07/2017	18	79	115,79	3,21	363,95	37,06
31/05/2017	22	132	112,07	3,07	358,09	37,89
26/08/2017	19	76	113,97	3,32	353,26	35,65
23/07/2017	1	62	114,77	3,25	371,76	37,42
28/06/2017	20	110	111,59	2,71	361,1	36,73
05/08/2017	6	101	115,78	2,76	369,97	37,45

ADQUISICIÓN DE DATOS SISTEMA DE ALUMBRADO

FECHA	HOR A	POTENCIA (W)	TENSIÓN (V)	CORRIENTE (A)	INTENSIDAD (L)	POTENCIA CONTROL (W)
30/06/2017	6	124	117,45	2,79	380,04	37,91
05/07/2017	14	92	115,58	3,13	378,21	36,12
07/05/2017	21	126	112,8	2,76	353,44	38,24
19/04/2017	19	92	115,56	3,13	363,38	38,41
27/06/2017	5	125	116,67	3,25	367,41	37,13
01/08/2017	22	121	115,39	2,81	376,97	37,16
28/04/2017	6	90	116,23	3,07	382,71	35,77
09/09/2017	16	55	115,22	2,5	368,27	37,47
17/04/2017	8	66	114,3	3,22	364,97	37,99
28/08/2017	17	68	114,52	2,98	360,19	37,7
26/05/2017	5	76	110,63	2,73	382,05	37,05
26/07/2017	6	61	116,46	2,96	368,74	37,8
14/09/2017	7	131	110,83	2,78	364,8	38,56
25/07/2017	13	127	111,79	2,5	364,52	35,53
28/07/2017	13	80	116,95	2,59	374,21	35,4
12/09/2017	22	131	112,17	3,5	372,89	38,01
18/05/2017	6	76	111,17	2,88	375,32	37,66
10/06/2017	12	56	116,65	3,5	364,4	37,49
25/05/2017	16	94	113,83	3,45	385,4	38,2
15/08/2017	14	99	111,19	2,79	383,7	37,17
19/08/2017	0	74	117,98	3,14	354,07	37,15
05/08/2017	17	87	117,77	2,76	378,88	35,48
31/08/2017	7	68	112,61	2,98	379,5	35,56
30/08/2017	8	79	115,79	2,63	376,56	36,21
04/05/2017	19	63	115,71	3,34	360,52	35,5
30/05/2017	0	72	110,61	3,22	374,48	35,39
01/06/2017	12	99	112,72	3,49	378,89	36,08
16/08/2017	2	97	115,15	2,97	380,46	36,07
18/04/2017	23	82	110,66	2,97	356,31	37,3
22/07/2017	3	77	114,63	3,09	368,36	35,55
01/06/2017	19	93	112,15	3,33	356,45	37,37

ADQUISICIÓN DE DATOS SISTEMA DE ALUMBRADO

FECHA	HOR A	POTENCIA (W)	TENSIÓN (V)	CORRIENTE (A)	INTENSIDAD (L)	POTENCIA CONTROL (W)
04/07/2017	20	106	113,01	3,02	359,39	37,58
10/06/2017	13	58	115,99	2,71	361,55	37,6
23/04/2017	12	122	118,23	3	360,35	36,92
21/07/2017	15	61	111,05	3,35	377,92	37,99
01/06/2017	12	93	113,59	2,5	357,95	35,87
22/07/2017	23	128	117,86	3,13	357,95	37,75
30/05/2017	5	66	112,3	2,65	380,09	36,58
03/09/2017	13	84	116,8	3,38	372,05	38,5
06/06/2017	23	69	115,48	2,89	384,64	36,25
26/04/2017	6	124	113,14	2,57	368,09	36,13
19/08/2017	5	81	112,77	2,95	354,88	36,78
28/07/2017	13	80	115,67	2,51	364,77	36,55
25/04/2017	5	120	113,1	3,41	369,86	36,3
28/04/2017	16	123	111,46	2,85	355,81	36,28
26/04/2017	9	67	118,27	2,9	363,18	35,94
30/04/2017	15	87	112,29	3,05	360,96	38,43
23/04/2017	13	106	115,81	3,15	360,14	35,44
02/06/2017	4	76	118,04	2,57	364,62	36,62
03/09/2017	16	62	110,55	3,07	366,45	37,55
20/07/2017	3	68	116,2	3,36	377,91	37,17
29/06/2017	16	113	112,18	3,44	362,65	38,6
27/07/2017	1	86	114,32	3,39	376,07	36,77
15/05/2017	17	97	112,24	3,41	383,19	38,14
05/05/2017	17	131	117,67	3,06	369,75	38,3
13/04/2017	8	125	117,59	2,92	375,73	35,76
13/08/2017	3	59	112,66	3,37	360,13	37
22/06/2017	6	94	117,76	3,26	363,65	37,81
20/06/2017	17	131	113,29	3,07	369,85	36,94
17/04/2017	16	104	110,42	2,97	370,35	38,4
06/07/2017	13	56	116,23	2,66	376,08	36,31
21/08/2017	11	60	110,3	3,45	385,21	36,41

ADQUISICIÓN DE DATOS SISTEMA DE ALUMBRADO

FECHA	HOR A	POTENCIA (W)	TENSIÓN (V)	CORRIENTE (A)	INTENSIDAD (L)	POTENCIA CONTROL (W)
04/06/2017	16	118	114,46	2,75	371,35	38,12
28/05/2017	17	87	115,74	3,13	368,01	35,82
16/08/2017	5	87	117,05	3,32	369,57	35,37
17/08/2017	9	86	112,99	2,84	368,02	37,46
28/04/2017	23	96	113,82	3,13	380,72	37,91
05/06/2017	5	68	114,08	3,37	382,45	35,24
16/06/2017	17	76	112,01	3,5	357,28	35,58
10/09/2017	12	58	116,07	3,04	384,51	35,47
31/07/2017	20	102	117,2	3,28	361,81	37,61
07/06/2017	1	111	115,08	2,79	367,59	36,46
29/08/2017	8	99	117,92	2,99	381,98	36,25
20/04/2017	3	89	114,67	2,61	354,81	35,32
21/08/2017	3	84	116,75	2,68	383,61	35,25
24/08/2017	9	100	111,65	3,39	376,72	38,49
01/08/2017	5	62	111,88	3,18	384,29	37,6
11/09/2017	23	86	112,27	3,45	383,64	36,45
02/05/2017	23	100	113,21	2,99	382,41	35,82
25/05/2017	15	73	116	3,19	375,65	38,07
05/06/2017	21	66	112,61	2,73	355,09	36,77
16/06/2017	11	97	110,31	2,55	375,68	35,46
23/08/2017	0	134	117,16	3,49	357,2	35,41
17/05/2017	10	131	116,29	3,43	384,57	36,69
20/04/2017	13	133	113,72	3,4	380,26	35,3
26/07/2017	8	120	118,27	2,96	353,18	35,87
01/05/2017	2	86	115,52	2,62	359	38,16
03/08/2017	6	68	110,55	3,46	380,94	38,02
18/05/2017	7	73	117,8	3,01	374,78	37,37
24/06/2017	7	59	112,5	3,3	378,56	37,82
15/05/2017	19	87	114,79	2,51	365,37	37,66
22/04/2017	9	115	111,7	3,06	374,66	38,15
27/08/2017	12	91	118,01	3,5	377,28	35,56

ADQUISICIÓN DE DATOS SISTEMA DE ALUMBRADO

FECHA	HOR A	POTENCIA (W)	TENSIÓN (V)	CORRIENTE (A)	INTENSIDAD (L)	POTENCIA CONTROL (W)
13/06/2017	22	73	115,83	3,47	384,21	38,6
14/09/2017	23	135	118,4	3,5	385,4	38,6

Se encontró a través de la obtención de datos que en el rango de fechas de abril a septiembre realizando un registro de información de 0 a 23 horas, la potencia oscila entre 55 a 135W, la tensión estuvo entre 110,3 a 118,4 V, la corriente estuvo entre 2,5 y 3,5 A; la intensidad entre 352,7 a 385,4 L y la potencia de control estuvo entre 35,2 a 38,6 W, mostrando que las mismas al estar recién instaladas no requieren de mantenimiento actual, pero su efectividad en la recolección de datos sirven de base en la telegestión de la persona encargada de administrar los programas de mantenimiento de las instalaciones presentes en la Institución, permitiendo con ello reducir los costos al contar con una flexibilidad y capacidad operativa en tiempo real.

7. Conclusiones

- El evidente avance en Tecnologías de Información y Comunicación TIC, ha permitido que mediante su uso adecuado se pueda integrar el desarrollo de software a través de herramientas de microsoft como es el excel, aprender de su manejo, permitió que por intermedio del uso de las herramientas de monitorización, se obtuvieran datos de importancia que permitieron llegar a conclusiones de importancia, que posteriormente servirán para el desarrollo de estudios y análisis adicionales, en el manejo de tecnologías LED.
- En el desarrollo del proyecto pudo notarse la necesidad de profundizar en el conocimiento de tecnologías análogas, con el fin de tener mayor facilidad de transferir información a un PC, conocer a profundidad el tema permitirá que a futuro se pueda obtener mayor información del Arduino y de este modo mediante la conexión del módulo de control de lámparas extraer un mayor número de información.
- Enfatizar en el desarrollo de proyectos que permitan viabilizar el estudio, implementación, manejo y preservación en el uso de energías renovables, es un reto de gran renombre para la Institución Universitaria Pascual Bravo y para todas las personas que hacemos parte de el, continuar en ello es la gran meta, la implementación de esta monitorización es un grano más en el aporte a su crecimiento y desarrollo.
- Las ventajas en el desarrollo de proyectos de infraestructura que impacten positivamente el medio ambiente, son actividades que a largo plazo dejarán huella en el cambio climático cada vez más evidente en el mundo.

8. Recomendaciones

- Llevar este proyecto a todas las áreas de la Institución en las cuales se están llevando a cabo instalaciones de luminarias LED, con el fin de asegurar su preservación y permanencia y con ello la seguridad en las diferentes áreas.
- Hacer un uso adecuado de los informes obtenidos con el fin de ser efectivos con los inconvenientes detectados en el sistema fotovoltaico.
- Realizar un estudio completo con la interpretación de los datos obtenidos, con el fin de definir la eficiencia de las instalaciones instaladas
- Disponer en la Institución de un área centralizada que realice estudios de los sistemas fotovoltaicos, con el fin de reconocer los niveles de recuperación de la inversión.

9. Bibliografía

Calefacción solar. (2014). *¿Cómo funciona un controlador de carga solar?* Obtenido de Calefacción solar: <http://calefaccion-solar.com/como-funciona-un-controlador-de-carga-solar.html>

Firman, A., Cáceres, M., Toranzos, V., Busso, A., Vera, L., & Cadena, C. (2012). IV Congresso Brasileiro de Energia Solar e V Conferencia Latino-Americana da ISES. *Monitoreo y caracterización de sistemas fotovoltaicos conectados a red* (págs. 01-07). Sao Paulo: Abens.

Ministerio de Minas y Energía. (2010). *Retilap*. Obtenido de Ministerio de Minas y Energía: <https://www.minminas.gov.co/documents/10180//23517//20729-7853.pdf>

Ministerio de Minas y Energía. (2011). *Mecanismos e instrumentos financieros para proyectos de eficiencia energética en Colombia*. Bogotá DC: Ministerio de Minas y Energía.

Ministerio de Minas y Energía. (2016). *¿Cuál es el objetivo del RETILAP?* Obtenido de Ministerio de Minas y Energía: <https://www.minminas.gov.co/retilap>

Unidad de Planeación Minero Energética. (2017). *Plan de acción indicativo de eficiencia energética 2017 2022. Una realidad y oportunidad para Colombia*. Bogotá DC: UPME. Obtenido de Unidad de Planeación Minero Energética.

Universidad de Cádiz. (2011). *Comenzación con Arduino*. Obtenido de Universidad de Cádiz: http://www.uca.es/recursos/doc/Unidades/Unidad_Innovacion/Innovacion_Docente/ANE_XOS_2011_2012/22232441_310201212102.pdf

10. Anexos

Anexo 1. Ficha técnica de la luminaria

Anexo 2. Informe dialux