



**FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS**

**GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO PARA UN SISTEMA DE  
ILUMINACIÓN PÚBLICA AISLADO DE RED, ALIMENTADO POR UNA  
FUENTE DE ENERGÍA HÍBRIDA FOTOVOLTAICA – EÓLICA EN  
PARROQUIAS RURALES DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO**

Trabajo de Titulación presentado en conformidad a los requisitos establecidos  
para optar por el título de  
Tecnólogo en Construcciones y Domótica

**Profesor Guía**

Ing. José Luis Valencia

**Autor:**

Javier Alejandro Yánez Montaña

**Año**

2019

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE**

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”

---

**Yánez Montaña Javier Alejandro**

**C.C 172216423-1**

## **AGRADECIMIENTOS**

A las personas que aportaron con sus conocimientos en este proyecto de titulación:

Liseth Cueva  
Carlos Lalama  
Jorge Álava  
Andrés Alulema  
Fausto Cevallos  
Dario Yáñez  
José Luis Valencia  
André Hernández

***Yanez Montaña Alejandro***

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme fortaleza, sabiduría para trabajar y estudiar, permitiéndome culminar con éxito estas etapas.

A mis padres, porque todo lo que soy se lo debo a ellos.

A mis abuelos maternos que desde mi primer día de vida me han cuidado y apoyado.

A mi hermano que ha sido un segundo padre, y el mejor ejemplo a seguir,

***Yánez Montaña Alejandro***

## RESUMEN

En la actualidad el uso de energías renovables solar- eólica como fuente de energía eléctrica en sistemas de iluminación pública aislados de red, se ha vuelto más popular y común, esto se debe a su eficiencia, desempeño y bajo costo por kWh, permitiendo ser una opción atractiva al momento de iluminar un espacio público. Considerando que en la ciudad de Quito no existen espacios públicos turísticos que utilicen este tipo de sistemas autónomos de iluminación, se ha elaborado una guía de implementación de un prototipo para un sistema de iluminación pública aislado de red, alimentado por una fuente de energía híbrida fotovoltaica – eólica que además brinda a los visitantes del espacio público la opción de cargar sus celulares. Esta guía fue desarrollada en “El Panecillo”, pero se debe aclarar que se puede utilizar en cualquier espacio público de zonas rurales o urbanas de Quito.

Son varias las ventajas que ofrece este prototipo que han sido detalladas en esta guía, beneficio económico que promete un ahorro a largo plazo, beneficio ambiental al tener una huella de carbono muy insignificante, beneficio social el permitir la apropiación de espacio públicos turísticos.

**Palabras Claves:** Sistema de iluminación pública aislada de red, Fuente de energía híbrida fotovoltaica – eólica, Apropiación de espacio turístico.

## ABSTRACT

Nowadays the usage of renewable energy (Solar-Eolic) as an alternative energy source for off the grid systems of public illumination, has become more popular and common, this is due to renewable energy's efficiency, performance and (kWh) low-cost, allowing to consider these solutions as more attractive to illuminate a public space. Considering that in the city of Quito there are no touristic public spaces which have been deployed this type of autonomous lighting systems, I have elaborated a guide of implementation for an off the grid systems of public illumination prototype, which is powered up for an Hybrid Photovoltaic- Eolic energy source that will give the ability to charge public space's visitor's portable devices (cellphone, smartphones, tablets, etc). This implementation guide was developed at "El Panecillo", but I will clarify that it may be suitable for any public spaces either rural or urban areas in Quito.

These are some of the advantages that this prototype offers some others have been detailed in this guide as well, economic benefit that promises saving to the long-term, it is sustainable and environmentally friendly due to its insignificant carbon radiation, social benefit that will bring more acceptance for the touristic public spaces.

**KEY WORDS:** Off the grid systems of public illumination, Hybrid Photovoltaic- Eolic energy source, more acceptance for the touristic public spaces.

## INDICE

<b>CAPITULO I</b> .....	<b>1</b>
<b>GENERALIDADES</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Introducción</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Antecedentes</b> .....	<b>2</b>
1.2.1 Macro: .....	2
1.2.2 Meso: .....	11
1.2.3 Micro: .....	14
<b>1.3 Formulación del Problema</b> .....	<b>17</b>
<b>1.4 Objetivos</b> .....	<b>19</b>
1.4.1 Objetivo General: .....	19
1.4.2 Objetivos específicos: .....	19
<b>1.5 Alcance</b> .....	<b>20</b>
<b>1.6 Justificación del proyecto</b> .....	<b>20</b>
1.6.1 Justificación Teórica.....	20
1.6.2 Justificación Práctica.....	24
1.6.3 Justificación Metodológica .....	25
<b>CAPITULO II</b> .....	<b>27</b>
<b>MARCO TEORICO</b> .....	<b>27</b>
<b>2.1 Energía Eléctrica</b> .....	<b>27</b>
<b>2.2 Fuentes de Energía Eléctrica</b> .....	<b>28</b>
2.2.1 No Renovable .....	28
2.2.2 Renovables .....	29
<b>2.3 Energía Solar Fotovoltaica y Eólica</b> .....	<b>32</b>
2.3.1 Energía Solar Fotovoltaica .....	32
2.3.1.1 Fundamentos .....	32
2.3.1.2 Sistemas Solares Fotovoltaicos .....	35
2.3.1.3 Tipos de sistemas .....	35
2.3.1.4 Elementos del sistema aislado:.....	35
2.3.2 Energía Eólica.....	41
2.3.2.1 Fundamentos .....	41
2.3.2.2 Sistemas Eólicos.....	44

2.3.2.3 Tipos de sistemas .....	44
2.3.2.4 Elementos del sistema aislado:.....	45
2.3.3 Sistemas híbridos eólicos fotovoltaicos aislados de red .....	60
<b>2.4 Iluminación .....</b>	<b>62</b>
2.4.1 Tipos de iluminación .....	62
2.4.1.1 Iluminación Interior.....	62
2.4.1.2 Iluminación Exterior .....	62
2.4.2 Alumbrado Público .....	63
2.4.2.1 Fundamentos .....	63
2.4.2.2 Elementos de alumbrado público.....	65
2.4.2.3 Tecnología LED .....	67
2.4.3.4 Situación actual del Ecuador .....	70
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>73</b>
<b>DESARROLLO DEL PROYECTO .....</b>	<b>73</b>
<b>3.1 Estudio del espacio Turístico .....</b>	<b>73</b>
3.1.1 Distrito Metropolitano de Quito.....	73
3.1.2 Selección de espacio turístico en zonas rurales o urbanas .....	76
3.1.3 Diagnostico de línea base de “El Panecillo” .....	77
3.1.3.1 Reseña histórica .....	77
3.1.3.2 Localización .....	78
3.1.3.3 Conformación.....	80
<b>3.2 Alumbrado público en el “Panecillo” .....</b>	<b>83</b>
3.2.1 Situación actual.....	83
3.2.2 Selección del lugar .....	85
<b>3.3 Estimación de la carga.....</b>	<b>86</b>
3.3.1 Normativa.....	86
3.3.2 Recurso Natural .....	91
3.3.3 Consumo energético sostenible .....	93
<b>3.4 Dimensionamiento .....</b>	<b>94</b>
3.4.1 Dimensionamiento de los equipos .....	94
<b>3.5 Entregables .....</b>	<b>97</b>
“Guía de implementación del prototipo” .....	97
Proceso de la implementación.....	97
Listado de Equipos .....	99

Diagrama de conexión .....	110
“Planos finales” .....	112
Prototipo .....	112
Simulación del proyecto en funcionamiento.....	118
<b>3.6 Análisis de Beneficios .....</b>	<b>121</b>
3.6.1 Económico .....	121
3.6.2 Social .....	126
3.6.3 Ambiental .....	129
<b>CAPITULO IV .....</b>	<b>137</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>137</b>
<b>4.1 Conclusiones .....</b>	<b>137</b>
<b>4.2 Recomendaciones .....</b>	<b>138</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>139</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>154</b>

## **CAPITULO I GENERALIDADES**

### **1.1 Introducción**

#### **Alumbrado público**

El alumbrado público de un país es indispensable y genera un impacto social de gran importancia, permite aumentar la seguridad, productividad y progreso en la calidad de vida de la población. El proyecto de alumbrado público debe mostrarse atractivo desde el punto de vista social, ya que esto genera sentido de pertenencia y garantiza el cuidado de este.

#### **Alumbrado público en Ecuador**

En diciembre de 2016, la infraestructura del servicio de alumbrado público general registró 1.366.203 luminarias, con una potencia instalada de 218 MW. El alumbrado público al no contar con información de cantidad de usuarios por la concepción de alumbrado público, para la proyección de la energía se utiliza un modelo econométrico basado en el comportamiento histórico de consumo; para el periodo de 2016 – 2025 se estima un crecimiento anual promedio de 1,9%, alcanzando 1.310 GWh en el 2025. (MEER, Plan Maestro de Electricidad 2016-2025, 2017)

Según el Plan maestro de electricidad 2016-2025, para el año 2025 esta estima la adquisición de 17,800 lámparas de alumbrado público adicionales a las 1.366.203 luminarias que se registraron en el 2016, estas serán distribuidas a todas las provincias.

El desarrollo de la siguiente guía de implementación busca proponer un prototipo de luminaria autónoma para alumbrado público, considerando la aplicación de energías renovables solar - eólica como fuentes de energía y dirigido hacia los espacios turísticos del cantón Quito. Esta alternativa nos acerca hacia las ciudades inteligentes del futuro brindando grandes beneficios eficientes en el área de ahorro energético.

## 1.2 Antecedentes

### 1.2.1 Macro:

#### Centrales de generación eléctrica con sistemas aislados de la red en el Ecuador

Tabla 1

Centrales de generación eléctrica en sistemas aislados de la red.

Adaptado de: (ARCONEL, 2018)

Provincias	Térmica	Hidráulica	Eólica	Solar	Total
Cotopaxi		1			
Cañar	1				
Chimborazo		2			
Esmeraldas	1				
Galápagos	1		1	1	
Guayas	1				
Morona Santiago	1			1	
Napo	3				
Orellana	5				
Pastaza	2				
Pichincha	1	1			
Sucumbíos	7				
<b>Total, Cantidad</b>	<b>23</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>35</b>
<b>Total, Poten. MW</b>	<b>1.218,56</b>	<b>5,66</b>	<b>4,65</b>	<b>2,01</b>	<b>1230.88</b>

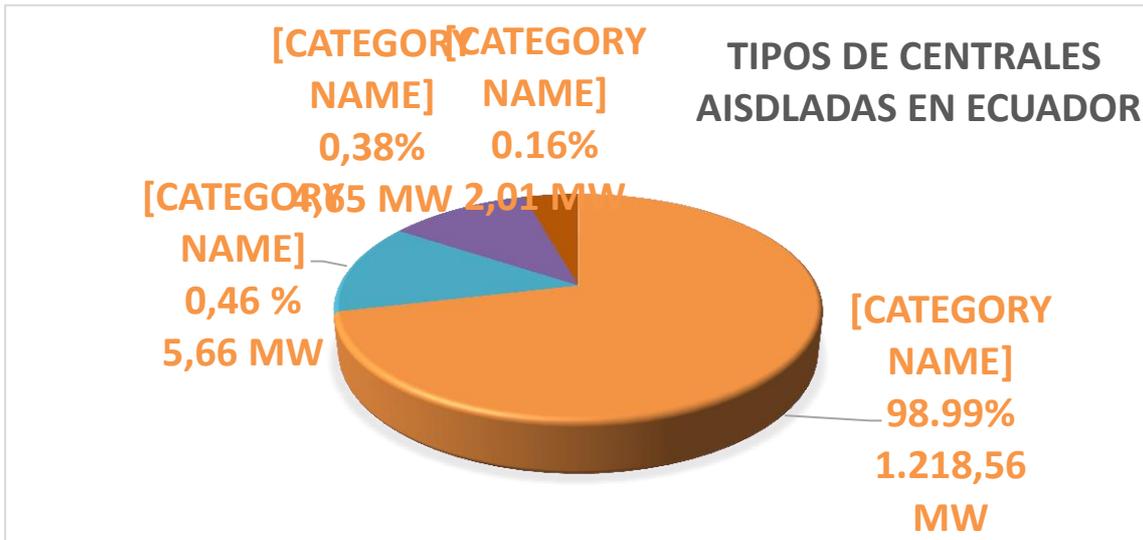


Figura 1. Porcentaje de generación (MW) de los diferentes tipos de centrales aisladas de la red en el Ecuador. Adaptado de: (ARCONE, 2018)

### **Casos de éxito de sistemas aislados híbridos Eólico - Solar Barcelona, España**

#### **Sistema de iluminación híbrido energía fotovoltaica y eólica**

Existen sistemas de iluminación pública alrededor de varios países en todo el mundo, que aprovechan el uso de los recursos solar o eólico, para la producción de energía eléctrica. Como es el caso de “Eolgreen” empresa española dedicada al desarrollo de tecnología aplicada a energías renovables, que ha diseñado en el año 2015 un prototipo híbrido (captación de energía mediante recurso solar y eólico) para iluminación pública, siendo un sistema aislado de la red eléctrica, y 100% autónomo.

El prototipo posee las siguientes características técnicas:

Tabla 2  
Características técnicas prototipo híbrido Eolgreen. Tomado de: (Eolgreen®, 2014)

<b>TURBINA</b>		<b>PLACAS FOTOVOLTAICAS POLICRISTALINAS</b>	
Velocidad mínima de arranque:	1,4 m/s	Potencia:	80 W
Generador de energía eléctrica			
Con capacidad máxima de producción:	400W		
<b>LUMINARIA</b>		<b>BATERIA DE LITIO-FERRO FOSFATO</b>	
Consume:	41 W	ciclos de carga/ descarga:	2000
Trabaja con voltaje:	24v	Tensión:	24V
REGULADOR		Potencia:	2640W
Frenado a partir de:	15 m/s	Amperaje:	100Ah.

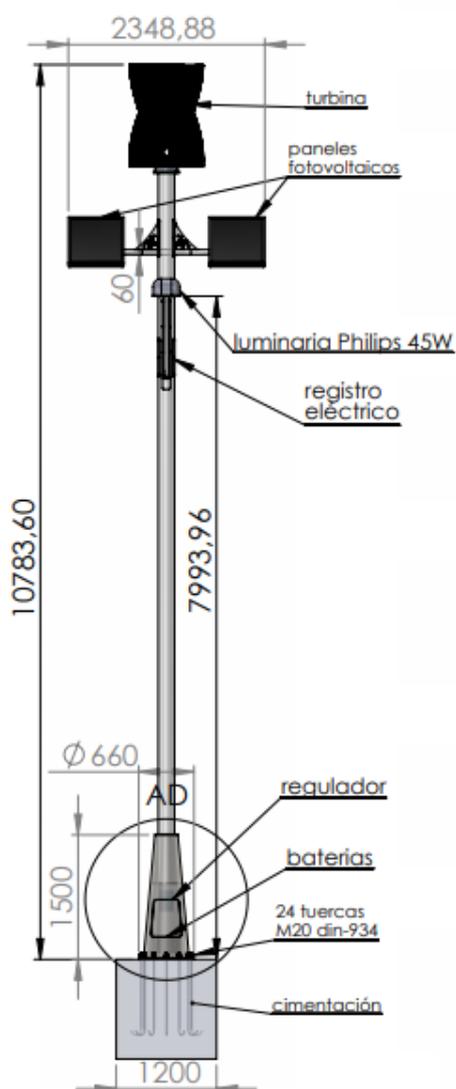


Figura 2. Plano general sistema de iluminación Eolgreen. Tomado de: (Eolgreen, 2014)

Entre los proyectos aplicando el uso de energía renovables solar y eólica, tenemos a la playa “Platja de Llevant” con salida al mar mediterráneo-ubicada hacia el lado Este de la ciudad de Barcelona, España. “El proyecto logra iluminar 100 metros lineales de camino en la playa, con la instalación de 6 faros de 10 metros de altura ubicadas cada 16 metros con luminarias de 45 W”. (Eolgreen®, Eolgreen, 2015)



*Figura 3. Sistema de alumbrado público autosuficiente en Barcelona, España. Tomado de:(Interempresas, 2015)*



*Figura 4. El prototipo de farolas tiene una altura de 10 metros y dispone de un panel fotovoltaico y un aerogenerador. Tomado de: (ResiduosProfesionales, 2015)*

**Milán, Italia****Sistema de iluminación híbrido energía fotovoltaica**

La empresa italiana Artemide ejecuta proyectos de iluminación desde el año 1960, estos son realizados por personal altamente capacitado como diseñadores industriales o arquitectos. Artemide ha desarrollado el proyecto “Solar Tree”, diseñado por Ross Lovegrove (diseñador industrial británico), está conformado por 10 tubos de acero que se asemejan a los tallos de un árbol, cada uno soporta en su parte superior un panel solar que alimenta de energía al sistema fotovoltaico, pero solo cuatro posee luminarias LED. Además su base descansa de manera natural en el piso sin necesidad de sistemas de fijación, todo el sistema de conexión, control, baterías, están empotrados en un espacio dentro del banco de hormigón, este banco ergonómico que permite el descanso de sus usuarios está pintado con un esmalte anti grafitis. (ArtemideS.p.A., 2018)

Solar Tree posee las siguientes características técnicas:

*Tabla 3*

*Características técnicas del producto Solar Tree de la empresa Artemide. Tomado de: (ArtemideS.p.A., 2018).*

CARACTERISTICAS		FUENTES INCLUIDAS	
Color:	blanco / verde	Categoría:	LED
Instalación: Piso	Piso	Número:	4
Medio ambiente:	al aire libre	Vatio:	23W
Material:	Aluminio	Tipo:	0
Serie:	al aire libre	Clase:	A
<b>DIMENSIONES</b>		Temperatura de color (K):	4300K
Altura:	cm 614	Categoría:	LED
Resistencia al Impacto:	IK10	Numero:	1
<b>LUMINARIA</b>		Vatio:	10W
Vatio:	92W + 10W	Potencia (Single):	1W
Voltaje:	220V-240V	Tipo:	0
Salida de lúmenes emitidos (lm):	7728lm	Clase:	A
CCT:	4300 + 6000K	Temperatura de color (K):	6000K



*Figura 5. "Solar Tree" producto desarrollado por la empresa Artemede.  
Tomado de:(ArtemideS.p.A., 2018)*

En el año 2012 el producto de la empresa Artemede "Solar Tree" se convierte en un proyecto urbano llamado "Piazza Gae Aulenti" ubicado en la ciudad de Milán, Italia. El objetivo de este proyecto es aprovechar la energía solar para brindar iluminación mediante un sistema fotovoltaico y que al mismo tiempo permite descansar a los visitantes de este lugar turístico, utilizando un diseño orgánico semejante a un árbol natural. (©ArtemideS.p.a., 2018)



Figura 6. "Solar Tree"/ Día, en la Piazza Gae Aulenti, Milán, Italia.  
Tomado de: (©2018TripAdvisorLLC, 2018)

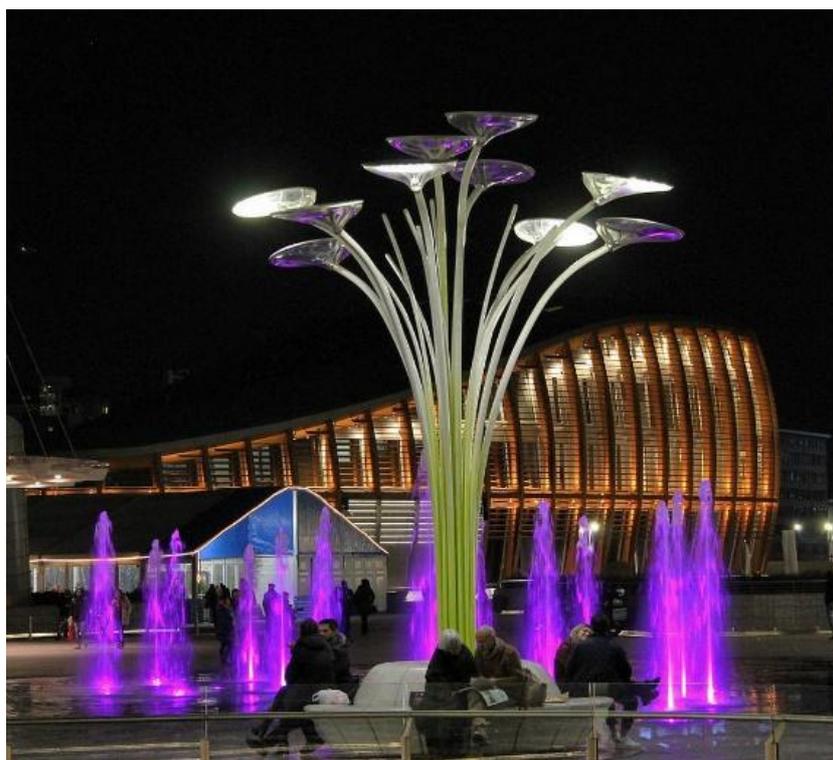


Figura 7. "Solar Tree" / Noche, en la Piazza Gae Aulenti, Milán, Italia.  
Tomado de: (Flickr, 2016)

### 1.2.2 Meso:

#### San Miguel de Urucuquí, Imbabura

Gransolar, creada en 2012, es una empresa dedicada a la generación de energía solar fotovoltaica. Se encuentra ubicada en el cantón San Miguel de Urucuquí, en la provincia de Imbabura. Esta empresa recibe una irradiación óptima para generar energía más limpia, aprovechando así un recurso inagotable desde julio de 2014, cuenta con 2 centrales fotovoltaicas Salinas y Tren Salinas, cuya capacidad de generación es de 2 MW y 1 MW respectivamente.

Gran solar fue nominado en los premios Solar Power Portal Premios 2015- Reino Unido. En la Nueva Categoría: "PV-Tech Mejor uso internacional de la energía solar" obteniendo el segundo lugar en un evento en cual estuvieron presentes las más importantes empresas a nivel internacional. (ARCONEL, Atlas Geoespacial del Sector Eléctrico Ecuatoriano 2015 - Pagina 54, 2016)



*Figura 8. Instalación de estructuras para paneles. San Miguel de Urucuquí, Imbabura. Tomado de: (ARCONEL, Atlas Geoespacial del Sector Eléctrico Ecuatoriano 2015 - Pagina 54, 2016)*



*Figura 9. Paneles Solares Gransolar. San Miguel de Urququí, Imbabura. Tomado de: (ARCONEL, Atlas Geoespacial del Sector Eléctrico Ecuatoriano 2015 - Pagina 54, 2016)*

### **Isla Isabela, Galápagos**

La página del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable publicó el 10 de septiembre de 2018, en el área de noticias, un artículo que habla sobre el nuevo sistema energía híbrido solar - biocombustible construido en el cantón de Isabela. El costo de esta obra fue de 14 millones de dólares y se pudo realizar gracias a los convenios de financiamiento entre el gobierno de Alemania (Banco Alemán de Desarrollo) y el gobierno de Ecuador.

El sistema híbrido está compuesto por un sistema fotovoltaico que genera 0.92 MWp (Megavatios pico), una infraestructura térmica con generadores duales de 1650KW (Kilovatios) y una subestación eléctrica, la capacidad general será de 2.54 MW y producirá aproximadamente 5.3 GWh al año, evitando así la emisión de 1400 toneladas de CO<sub>2</sub> al año. (MEER p. , 2018)



*Figura 10. Vista aérea del Proyecto Híbrido Isabela. Tomado de:  
(MEER p. , 2018)*

### 1.2.3 Micro:

#### Electrisol

Electrisol fue creada en el 2012 como sociedad Anónima, su actividad principal es la generación eléctrica. Su visión, misión y política es suministrar energía limpia, generar empleo bajo un sistema de gestión profesional, dinamizar el aparato productivo, apoyar el desarrollo integral del país y proporcionar una mejor calidad de vida a los habitantes.

La empresa está ubicada en la parroquia Tocachi, en el cantón de Pedro Moncayo en la provincia de Pichincha. Allí la radiación solar anual es favorable para el proyecto fotovoltaico. Electrisol entro en operación comercial el 1 de febrero de 2014 con un proyecto diseñado y construido enteramente con ingeniería y mano de obra ecuatoriana. Cuenta con una infraestructura de 4.320 paneles solares instalados sobre estructuras de acero galvanizado, 20 inversores, 1 transformador, sistema de conexión a tierra, sistema de comunicaciones y conexión a la red, su capacidad de generación es de 1 MW. (Atlas Geoespacial del Sector Eléctrico Ecuatoriano 2015 - Pagina 50, 2016)



*Figura 11. Paneles Fotorvoltaicos - Pedro Moncayo, Provincia de Pichincha. Tomado de: (Atlas Geoespacial del Sector Eléctrico Ecuatoriano 2015 - Pagina 50, 2016)*



*Figura 12. Paneles Fotovoltaicos - Pedro Moncayo, Provincia de Pichincha. Tomado de: (Atlas Geoespacial del Sector Eléctrico Ecuatoriano 2015 - Pagina 50, 2016)*

### **Eco-Cargador Solar, Greensolution**

El Eco-Cargador Solar Greensolution. Es un soporte publicitario que permite al usuario cargar la batería de su celular. Esta función lo hace un soporte vanguardista ya que el usuario esta frente al mensaje por al menos 1 minuto lo que en términos publicitarios es una ventaja frente a otros soportes públicos tradicionales.

Su estructura metálica está diseñada para exterior posee tres caras publicitarias, dos en el anverso y una en el reverso, su consola de carga está diseñada para cargar 4 equipos a la vez de cualquier marca y modelo. (GREENSolution, 2016)

Universidades, parques y sitios de gran afluencia de personas en Guayaquil, Quito y Salinas cuentan con soportes denominados eco cargadores. Estos funcionan con placas solares para la carga gratuita de celulares y tablets.

Este equipo posibilita cargar simultáneamente doce dispositivos mediante un cable USB. En la parte superior de la estructura se ubican las placas solares que son capaces de generar una potencia total de 50w. El

equipo tiene dos caras para los anuncios publicitarios, que son los que financian el proyecto. “Los eco cargadores están disponibles gracias a las empresas que invierten en ellos. En este caso el cobro por publicidad es lo que nos permite dar el servicio” (C.A.ELUNIVERSO, 2014)



*Figura 13. Eco-Cargador Solar de la empresa Greensolution. Universidad E.S.P.E., Sangolqui. Tomado de: (C.A.ELUNIVERSO, 2014)*

### **1.3 Formulación del Problema**

#### **Descripción:**

La ausencia o deficiencia en la iluminación de espacios turísticos del D. M. Quito, genera una serie de repercusiones negativas como son inseguridad, delincuencia, accidentes. Estos factores antes mencionados afectan de manera directa al turismo, produce que las personas no deseen regresar o que futuros turistas no visiten el espacio por malas referencias que han recibido sobre este sitio, esto a su vez provoca pérdidas económicas para el sector turístico y la ciudad.

La inseguridad limita a los visitantes para que puedan transitar de manera normal en horarios nocturnos, desplazándose por estas áreas sin riesgo a sufrir un accidente o a ser atracados por delincuentes.



Figura 14. Árbol Causas, Problema, Efectos

## Solución

Elaborar una guía de implementación de un prototipo para un sistema de iluminación pública, que sea aislado de la red.



## Aporte

Prototipo alimentado por una fuente de energía híbrida fotovoltaica - eólica, que permita cargar dispositivos móviles.



**Tema**

Figura 15. Gráfico con: solución, aporte, tema

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General:**

Elaborar una guía de implementación de un prototipo de luminaria pública aislado de la red eléctrica, alimentado por una fuente de energía híbrida fotovoltaica – eólica destinado para espacios turísticos del Distrito Metropolitano de Quito.

### **1.4.2 Objetivos específicos:**

- Objetivo 1: Seleccionar un espacio turístico de las zonas rurales o urbanas del cantón Quito.
- Objetivo 2: Realizar un diagnóstico de línea base del espacio turístico “El Panecillo”.
- Objetivo 3: Reconocer cuales son las necesidades de “El Panecillo”, con respecto al alumbrado público y seleccionar un espacio para destinar nuestro prototipo.
- Objetivo 4: Dimensionamiento del prototipo.
- Objetivo 5: Entrega de la guía de implementación del prototipo.
- Objetivo 6: Entrega de planos.

## 1.5 Alcance

Se plantea realizar una guía de implementación de un prototipo de iluminación que será destinado a funcionar en espacios turísticos con escasa iluminación en el Distrito Metropolitano de Quito. Se propone integrar un prototipo que sea aislado de red, que funcione de forma autónoma, generando energía eléctrica en base a energía fotovoltaica, y energía eólica, permitiendo así mantenerse encendido durante el tiempo que sea necesario.

Se podrá apreciar paso a paso, cómo se generó el proyecto de un prototipo de sistema de iluminación. Se presentará documentación que evalúa y demuestra que el prototipo de iluminación será óptimo y cumple con la normativa ecuatoriana de alumbrado público.

Los espacios para la aplicación de esta guía deben cumplir con los siguientes parámetros: ser un espacio de atracción turística, poseer un recurso eólico y solar favorable, tener deficiencias en iluminación. Por ejemplo, este proyecto puede ser aplicado en plazas, parques, miradores, entre otros.

No se realizará la construcción física del prototipo. Esta guía no podrá ser aplicada para espacios públicos como carreteras, vías, calles secundarias, canchas, lugares que no cumplen los parámetros anteriormente descritos.

## 1.6 Justificación del proyecto

### 1.6.1 Justificación Teórica

En base a la malla curricular de la carrera tecnología en construcciones y domótica, se puede apreciar los fundamentos teóricos que nos sirven como conocimiento base para realizar nuestro proyecto de titulación.

### 2015 - 02 (segundo periodo)

**Introducción a la computación:** La ciencia de las computadoras es parte fundamental nos brinda las herramientas necesarias para investigar y desarrollar nuestro proyecto de titulación.

**Propedéutico técnico de matemáticas:** La información recibida en esta materia es necesaria para el avance de nuestra carrera, nos permite recordar el conocimiento recibido en el colegio, sirve de preámbulo para la materia matemática básicas.

**Lenguaje redacción técnica:** La redacción técnica es una herramienta de gran utilidad al momento de desarrollar nuestro proyecto de titulación,

permite presentar un documento formal que cumpla con los formatos establecidos como normas APA.

#### **2015 - 03 (tercer periodo):**

**Electricidad básica:** Esta materia nos permite entender los conceptos básicos, así podemos entender el funcionamiento de nuestro prototipo que utiliza fuentes de energía renovable híbrida (solar y eólica) para generar energía eléctrica con la cual podemos iluminar un espacio determinado.

**Semana de tecnologías:** Este seminario tuvo el objetivo de transmitir conocimiento sobre el área de desarrollo tecnológico que existe en el mercado actual., de esta forma podemos tener una referencia para realizar un proyecto de titulación enfocado a dar soluciones utilizando tecnología innovadora y amigable con el medio ambiente.

**Matemáticas básicas:** Se recibe clases integrales que permiten desarrollar nuestro intelecto numérico, facilita la resolución de problemas de manera concreta. Es el conocimiento base para entender las siguientes materias que nos permiten desarrollar nuestro proyecto de titulación.

#### **2016 - 01 (primer periodo):**

**Aplicaciones numéricas:** Este seminario se desarrolló en el ámbito de cálculo de cantidades, de esta forma podemos dimensionar de manera correcta los materiales necesarios para nuestro proyecto de tesis.

**Instalaciones eléctricas:** Estos fundamentos sirven para comprender las conexiones eléctricas de nuestro prototipo y poderlas realizar de manera adecuada.

**Dibujo para construcción:** Los conocimientos adquiridos en esta materia brindan el conocimiento necesario para dominar el uso del software AutoCAD, el mismo que facilita el diseño de planos que permiten estructurar nuestro proyecto.

#### **2016 - 02 (segundo periodo):**

**Materiales de construcción:** Nuestro prototipo necesita ser anclado de manera permanente, esta materia nos permite identificar y a utilizar de manera óptima los materiales necesarios para realizar esta tarea.

#### **2016 - 03 (tercer periodo):**

**Trámite y ordenanzas:** Esta materia nos enseña cómo utilizar las normas y ordenanzas como fundamentos base, nos permiten regirnos a realizar todas las etapas de nuestro proyecto de manera adecuada, siguiendo una norma aprobada por las autoridades competentes, con el fin de evitar problemas posteriores a la construcción de nuestro prototipo.

**Seguridad e Higiene en el trabajo:** Los conceptos sobre seguridad e higiene en el trabajo permiten conocer protocolos para realizar determinadas tareas, podemos organizar nuestro plan de trabajo tomando en cuenta las normas de seguridad, para no exponer así la integridad de las personas involucradas en la ejecución del proyecto.

**2017 - 01 (primer periodo):**

**Bases de electrónica:** Esta materia nos brinda conocimientos base para entender el mundo de la electrónica, fundamentos que son indispensables en la integración de elementos electrónicos para nuestro prototipo híbrido de sistema de iluminación.

**Programación de dispositivos domóticos:** La programación de equipos es una guía al momento de entender cómo se comportan los elementos electrónicos de nuestro proyecto que deben integrarse para funcionar en forma conjunta.

**2017 - 03 (tercer periodo):**

**Bases de circuitos digitales:** Los fundamentos base de circuitos digitales, nos permiten saber cómo vamos a desarrollar nuestro prototipo, en base a las especificaciones técnicas necesarias, para que el sistema pueda funcionar de manera óptima, a su vez nos permite indicar en el manual de mantenimiento, las normas de seguridad técnica para no afectar a nuestro prototipo.

**Sistemas de iluminación:** Los sistemas de iluminación son pieza clave en nuestro proyecto de titulación, nos permiten saber cómo se comporta la luz, cual es la manera adecuada de integrar el sistema, para que su rendimiento sea óptimo, avaluado por tablas normativas correspondientes a las áreas que será destinado nuestro prototipo.

**2018 - 01 (primer periodo):**

**Metodología de proyectos de titulación:** Nos permite conocer el método adecuado para la realización de nuestro proyecto de titulación, esto nos beneficia como estudiantes por ser una guía al momento de realizar nuestro perfil de tesis.

**Aplicación con PICS:** Los conocimientos sobre cómo realizar proyectos a través de controladores lógicos programables, permiten que se pueda utilizar controladores que realicen tareas designadas por nosotros y estar conectados a diferentes elementos del sistema.

**Cableado de sistemas domóticos:** El cableado es muy importante al momento de realizar un prototipo como el nuestro, los equipos deberán estar conectados de manera adecuada, siguiendo normativas que aseguran un funcionamiento óptimo prototipo en general.

**Proyectos Domóticos:** La materia de proyectos domóticos nos permite manejar el nivel de certeza o porcentaje de imprevistos que tendremos al momento de establecer el proceso de integración de nuestro prototipo.

**Proyectos de Construcción:** Esta materia aporta a nuestro proyecto de titulación en el desarrollo y planificación óptima que deberíamos seguir para integrar nuestro prototipo de manera eficiente.

**Actualidad Tecnológica:** Esta materia nos ha permitido conocer las necesidades actuales de nuestro planeta, tomando en cuenta el uso de energías renovables (eólica y solar) como fuente de generación de energía eléctrica, con el fin de contribuir con la reducción de los gases de efecto invernadero que son producidos por el uso de energía térmica y nuclear.

**Seminario de Energía Fotovoltaica:** El seminario ha sido de gran utilidad para entender todos los procesos que tiene la energía solar fotovoltaica para convertir radiación solar en energía eléctrica, los elementos que componen a un sistema de generación fotovoltaica, su modo de uso, mantenimiento.

### **1.6.2 Justificación Práctica**

El proyecto está enfocado a mejorar los espacios turísticos con escasa iluminación, mediante el aprovechamiento de energías renovables para brindar iluminación eficiente a sus visitantes.

#### **Beneficiarios Directos:**

Serán beneficiadas todas las personas extranjeras y/o nacionales que visitan este espacio turístico. Teniendo como referencia que de los 652.912 visitantes no residentes que llegaron a la ciudad de Quito en el 2017, el 11.28 % (73.656) ha visitado “el Panecillo”. Datos estadísticos que proporcionados por SIIT – 2016 - 2017 (Sistema Institucional de Indicadores Turísticos). (QuitoTurismo, 2018)

#### **Beneficiarios Indirectos:**

Son las personas que generan ingresos económicos en base a diferentes tipos de actividades como: Operación e intermediación turística, alimentos y bebidas, alojamiento, recreación diversión y esparcimiento, transporte turístico, siendo favorecidas por la atracción de turistas que genera “El Panecillo”.

### 1.6.3 Justificación Metodológica

A continuación, se justifica con mayor profundidad, los métodos empleados e instrumentos que serán utilizados para cumplir con nuestros objetivos específicos.

**Objetivo 1:** Seleccionar un espacio turístico de las zonas rurales o urbanas del cantón Quito.

1.1 Obtener información sobre el Distrito Metropolitano de Quito.

1.2 Selección de 5 lugares con potencial turístico.

1.3 Investigación en el Sistema Institucional de Indicadores Turísticos

1.4 Resultado del espacio turístico seleccionado.

**Objetivo 2:** Realizar un diagnóstico de línea base del espacio turístico “El Panecillo”.

2.1 Visita a “El Panecillo” recopilación de información, reporte fotográfico.

2.2 Construcción memoria descriptiva de “El Panecillo”.

2.3 Entrega del diagnóstico de línea base.

**Objetivo 3:** Reconocer cuales son las necesidades de “El Panecillo”, con respecto al alumbrado público y seleccionar un espacio ideal para destinar nuestro prototipo.

3.1 Construcción del “formato 1” (Selección del lugar), mediante una matriz de decisión.

3.2 Aplicación de “formato 1” (Selección del lugar), mediante visita a “El Panecillo”.

3.3 Análisis de la información obtenida mediante la aplicación del “formato 1”.

3.4 Resultado con el sitio seleccionado.

**Objetivo 4:** Dimensionamiento del prototipo.

4.1 Estimación de la carga en base a los niveles de iluminación exigidos en el reglamento del país vecino Republica de Colombia “RETILAP”.

4.2 Uso del software Dialux para simular iluminación del sitio seleccionado.

4.3 Análisis del recurso eólico y solar del lugar.

4.4 Resultado de nuestro dimensionamiento.

**Objetivo 5:** Entrega de la guía de implementación del prototipo.

5.1 Elaboración del proceso de implementación del prototipo

5.2 Investigación de los componentes en el mercado.

5.3 Entrega del listado de los componentes con sus respectivas fichas técnicas.

5.4 Elaboración de los diagramas (conexión y flujo) para los elementos del prototipo.

5.5 Entrega de la guía de implementación del prototipo

**Objetivo 6:** Entrega de planos

6.1 Desarrollo de los planos finales que incluye: prototipo en 3D, simulación del prototipo en funcionamiento.

6.2 Entrega de los planos finales.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1 Energía Eléctrica**

*“Es el movimiento de electrones que constituye la corriente eléctrica, partículas que se mueven en un conductor por la fuerza ejercida sobre ellas por un campo eléctrico”. (Kyuper & Morales, 2014).*

La energía eléctrica está contenida por varios capítulos como; Elementos de Electroestática, Corriente Eléctrica, Magnetismo y Electromagnetismo, Maquinas Eléctricas, Transmisión y Distribución. El capítulo de las Maquinas Eléctricas contiene tres subcapítulos que son; Generador eléctrico, Motor Eléctrico, Transformadores. A continuación, daremos una breve explicación sobre el subcapítulo Generador eléctrico.

##### **2.1.1 Generador Eléctrico**

El generador eléctrico se considera una maquina rotativa capaz de convertir la energía mecánica que recibe en energía eléctrica, se clasifican de la siguiente forma: las maquinas que funcionan con corriente continua (CC) son denominados dínamos y las que funcionan con corriente alterna (CA) son alternadores.

En la siguiente figura se puede apreciar el principio de generación de corriente, en el cual existe una fuerza mecánica externa que hace girar a la espira rectangular, esto provoca que se corten las líneas de fuerza de campo magnético creado por los polos N y S. Este principio permite registrar el paso de corriente en un voltímetro.

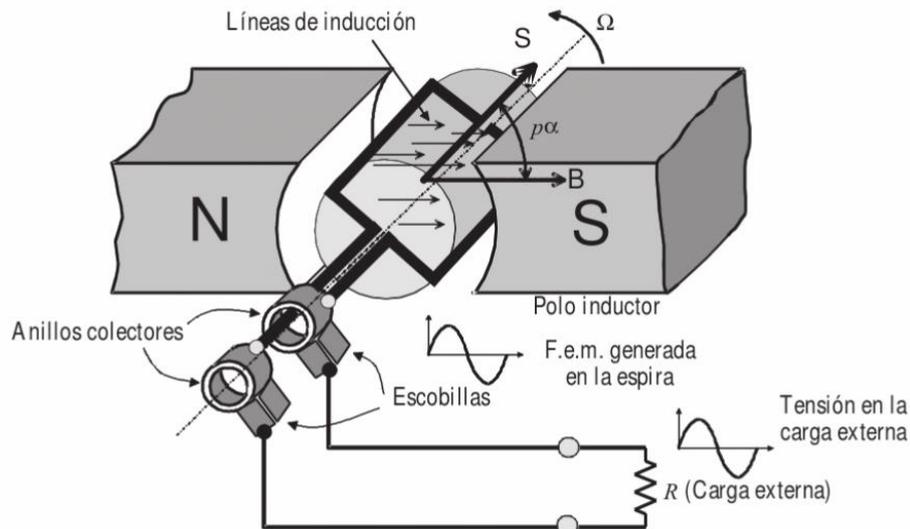


Figura 16. Esquema de un generador elemental. Tomado de: (Mora, Máquinas eléctricas (6a. ed.), 2008)

### 2.1.2 Consumo de energía eléctrica

La historia del consumo de energía eléctrica en el Ecuador es mostrada en la figura 11 donde se puede apreciar el incremento, empezamos consumiendo 145 kWh en el año 1971 para llegar a consumir 1.381 kWh en el año 2014. (Agencia Internacional de la Energía (AIE) (Estadísticas de la AIE © OCDE/AIE, OCDE, & Estadísticas de energía de países de la OCDE, 2018)

## 2.2 Fuentes de Energía Eléctrica

### 2.2.1 No Renovable

La fuente de energía no renovable se la encuentra en la naturaleza de manera limitada, y ocupa el 80% la generación de energía eléctrica mundial. Se puede clasificar en dos grandes grupos:

#### 2.2.1.1 Energía Térmica

La energía térmica es la “energía asociada al movimiento de los átomos y moléculas”. Se puede evaluar medición de la temperatura. Cuanto más intenso es el movimiento de átomos o moléculas, más caliente estará la materia y mayor será la energía térmica. Las máquinas térmicas son las más utilizadas en el mundo, permiten el funcionamiento de vehículos, buses, trenes, aviones, buques, centrales térmicas que generan electricidad. Su fuente principal de energía es mediante la quema de hidrocarburos fósiles que son:

**El petróleo:** líquido negro y viscoso,

**El carbón:** sólido y negro,

**El gas natural:** que está constituido por el más pequeño de los hidrocarburos el gas metano.

*(Kyuper & Morales, Energía Térmica, 2014)*

### **2.2.1.2 Energía Nuclear**

- Es la energía que une a los nucleones (neutrones y protones) en el núcleo de un átomo. Posee tres modalidades:
- Energía de fisión nuclear: se libera cuando un núcleo muy pesado se divide.
- Energía de fusión nuclear: se libera cuando dos núcleos muy ligeros se unen.
- Energía de decaimiento radiactivo: se libera cuando un núcleo atómico inestable emite partículas (alfa, beta, gamma) para convertirse en un núcleo atómico más estable.

La energía nuclear ha sido empleada por gobiernos de naciones que se ven obligados de abastecer a sus poblaciones de energía eléctrica, a pesar de que exista una relación directa entre el cambio climático y el empleo de combustibles fósiles como los hidrocarburos y el combustible nuclear uranio. *(Kyuper & Morales, Energía Nuclear, 2014)*

### **2.2.2 Renovables**

#### **2.2.2.1 Energía Solar**

El sol es una fuente de energía muy poderosa, es el origen de todas las fuentes de energía (renovable y no renovable) que existen y han sido explicadas en este capítulo, las únicas energías que no provienen del sol son la energía geotérmica y nuclear. *(Kyuper & Morales, 2014)*. Esta energía calienta la atmósfera, la superficie de continentes y mares, estimula el crecimiento de las plantas (fotosíntesis) y condiciona el clima, entre otras acciones.

La energía solar directa no se la puede almacenar en su estado natural, se necesita de sistemas de captación que la transforman en otra forma de

energía, se puede convertir en dos tipos de energía: energía solar térmica o ser convertida directamente en energía eléctrica mediante el efecto fotovoltaico. (Kyuper & Morales, *Energía Solar*, 2014)

### 2.2.2.2 Solar Térmica

Las formas de utilizar la energía solar térmica captada son dos: Energía térmica pasiva y activa. Se puede observar un mapa conceptual de la energía solar térmica.

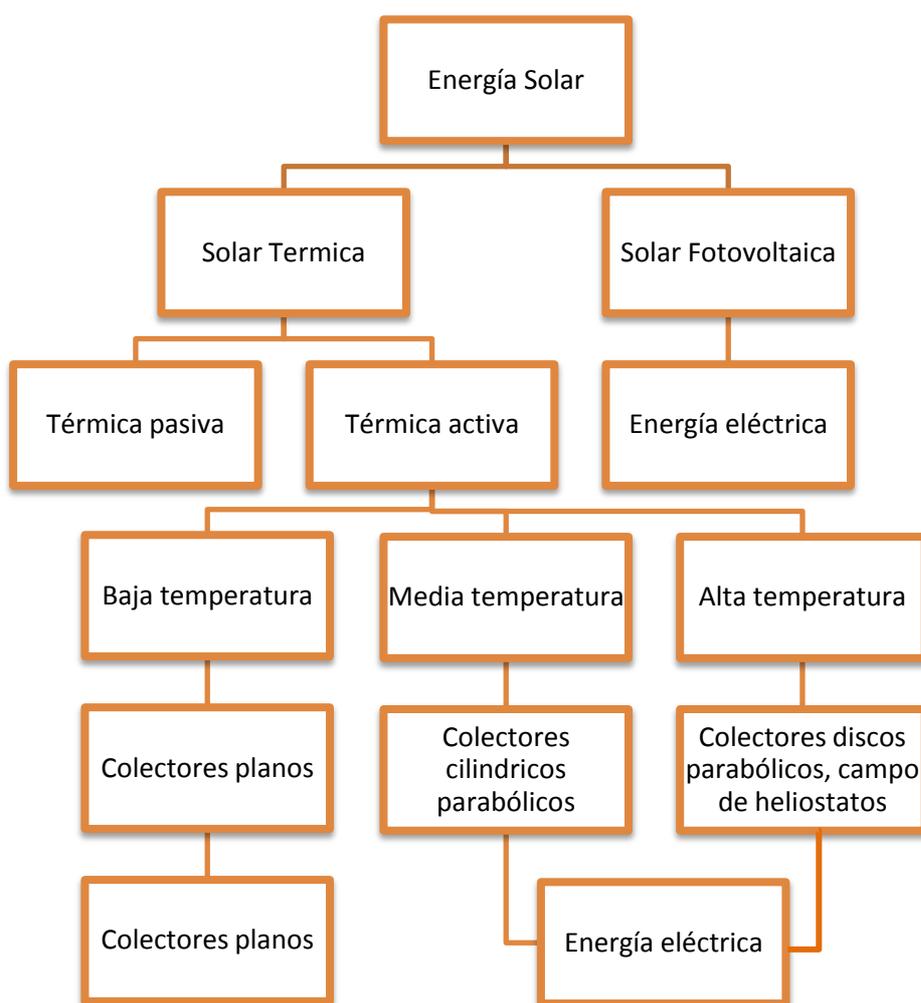


Figura 17 Tecnología que se emplean para el aprovechamiento de la energía solar. Adaptado de: (Kyuper & Morales, *Energía Termica*, 2014).

### 2.2.2.3 Solar Fotovoltaica

Este tipo de energía permite convertir directamente la energía solar en energía eléctrica mediante el efecto fotovoltaico, que consiste en generar una tensión eléctrica para producir una corriente eléctrica.

### 2.2.2.4 Energía Eólica

La energía eólica proviene del movimiento de masas de aire que se deben principalmente a la diferencia de presiones existentes en distintos lugares de la atmosfera, masas que se mueven desde zonas de alta presión a otras de baja presión.

Esta energía proviene del sol como la mayoría de las energías, y se necesita de aerogeneradores que son máquinas que transforman la energía cinética del flujo del viento en energía eléctrica. Son turbinas de viento que accionan a un generador eléctrico.

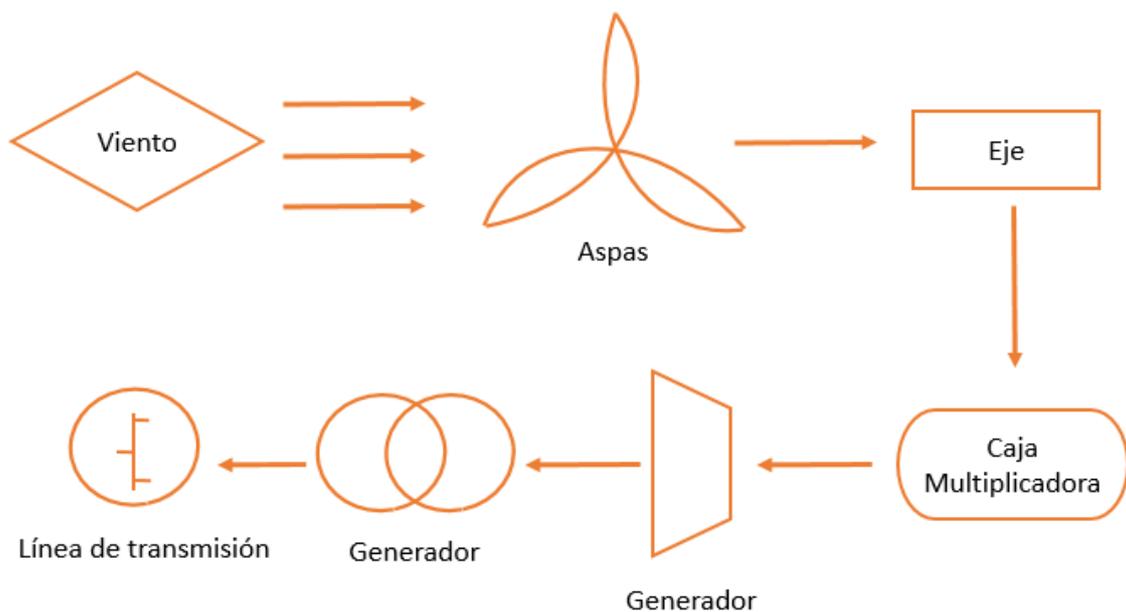


Figura 18. Proceso de transformación de energía eólica en energía eléctrica en un aerogenerador. Adaptado de: (Kyuper & Morales, *Energía Eólica*, 2014).

### 2.2.2.5 Energía Hidráulica

La energía hidráulica es la energía cinética del movimiento de masas de agua o la energía potencial del agua disponible a una cierta altura. Pues bien,

la energía hidráulica es la “energía asociada a las corrientes o saltos de agua”. El agua, en su caída entre dos niveles del cauce se hace pasar por una turbina hidráulica la cual transforma la energía hidráulica en energía mecánica de rotación, que por acción de un alternador se convierte en energía eléctrica.

Centrales hidroeléctricas son las encargadas de aprovechar a gran escala el movimiento del agua para generar energía eléctrica. Estas han tenido un desarrollo muy considerable con el pasar de los años, iniciaron utilizando ruedas que giraban con el cauce de un río y generaban energía mecánica útil, gracias al avance tecnológico, ahora existen turbogeneradores de alto rendimiento que giran a 1500 rpm y producen energía eléctrica.

Centrales hidroeléctricas se pueden clasificar en dos grandes tipos: centrales de embalse del agua y centrales de pasas del agua o de agua fluyente. También se las puede clasificar dependiendo del rango de potencia generada.

## **2.3 Energía Solar Fotovoltaica y Eólica**

### **2.3.1 Energía Solar Fotovoltaica**

#### **2.3.1.1 Fundamentos**

##### **Efecto fotovoltaico**

El efecto fotovoltaico es el fenómeno físico que consiste en la conversión de energía luminosa en energía eléctrica. Para que produzca dicho efecto, debe existir:

Una estructura capaz de introducir un campo eléctrico: unión PN.

Que la radiación solar sea capaz de romper los enlaces entre átomos para liberar electrones.

El efecto fotovoltaico se produce cuando la radiación solar incide sobre la unión PN del material semiconductor, se rompe los enlaces y el campo eléctrico orienta las cargas del electrón y el hueco, estableciéndose la diferencia de potencial a partir de la cual circula corriente por la carga. (Pérez, 2011)

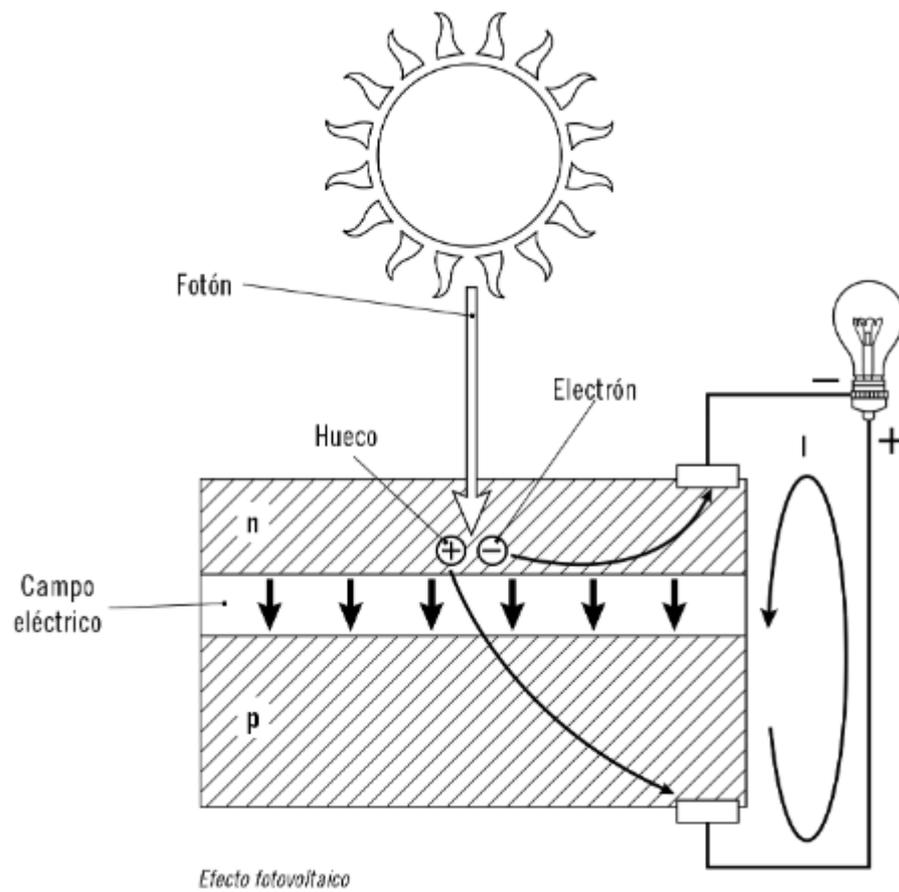


Figura 19. Efecto Fotovoltaico. Tomado de: (Pérez, 2011)

## Radiación Solar

Esta radiación emitida por el sol es reflejada antes de llegar a la atmósfera por diferentes factores como nubes, el vapor de agua, polvo, etc. Esta expresada en W/m Es por esto que la radiación se proviene de tres componentes:

Radiación directa (B): Está conformada por los rayos solares, que no son obstruidos o dispersados por ningún tipo de obstáculo.

Radiación difusa (D): Se origina cuando los rayos solares son interceptados por efectos de dispersión como los nombrados anteriormente.

Radiación del albedo (R): Se origina de la reflexión de parte de la radiación que incide sobre el suelo, dependiendo de la naturaleza de elementos como montañas, lagos, edificios, etc.

La radiación global (G) viene a ser la suma de estos tres tipos de radiaciones expresado como  $G = B + D + R$ .

(Pérez, Radiación Solar, 2017)

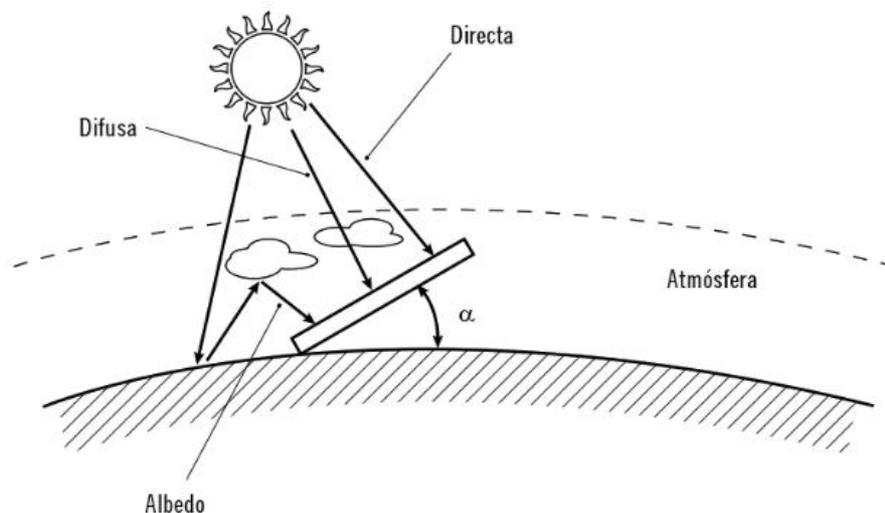


Figura 20. Tipos de radiación solar. Tomado de: (Pérez, Radiación solar, 2017)

### **2.3.1.2 Sistemas Solares Fotovoltaicos**

Es el sistema que, mediante el uso de paneles solares, se encarga de transformar la energía solar (radiación solar) en energía eléctrica (corriente continua) gracias al efecto fotovoltaico.

### **2.3.1.3 Tipos de sistemas**

Existen dos tipos de sistemas solares fotovoltaicos: conectados a red y aislados de red.

#### **Conectados a red**

Son sistemas que no necesitan de acumuladores para almacenar la energía excedente que producen los generadores fotovoltaicos, porque están conectados a la red eléctrica del país, los parques solares se conectan a la red mediante subestaciones de conexión de alta tensión (132 y 220 Kw).

#### **Aislados de red**

Son sistemas que no están conectados a la red eléctrica del país, por lo tanto, necesitan acumuladores que permitan almacenar la energía excedente de los generadores fotovoltaicos, estos sistemas son dimensionados para dar una solución específica, en base a la necesidad energética del proyecto.

### **2.3.1.4 Elementos del sistema aislado:**

Los elementos que conforman un sistema solar fotovoltaico aislado de red son:

- Panel Solar
- Regulador
- Batería
- Inversor
- Elementos de carga

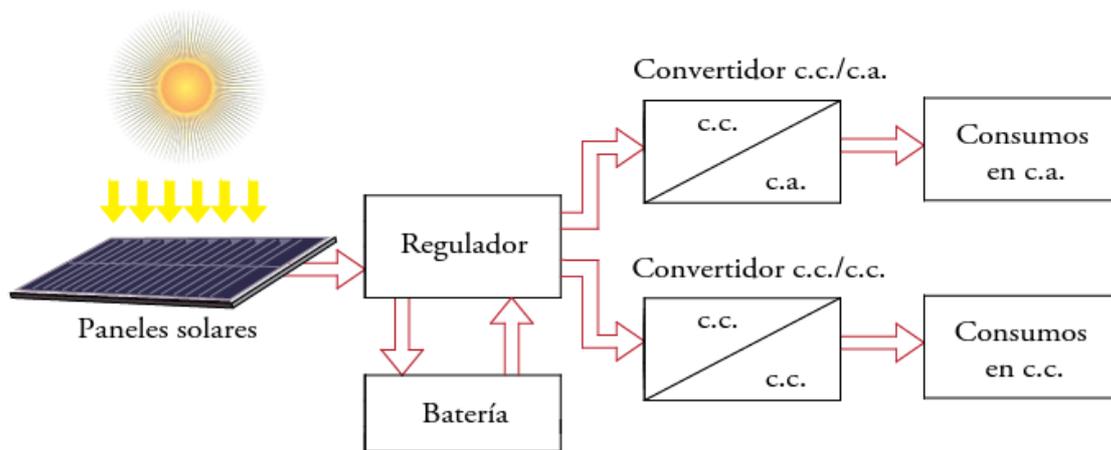


Figura 21. Instalación solar fotovoltaica aislada de red. Tomado de: (Vázquez C. T., Identificación de elementos de las instalaciones de energía solar fotovoltaica, 2018)

### Panel Solar Fotovoltaico

Su función es captar la energía radiante solar y transformarla en energía eléctrica. Un panel solar está compuesto por un número variable de células solares, entre 31 y 36, conectadas eléctricamente en serie, del número de células depende el voltaje de salida.

La superficie del panel oscila entre 0.5 y 1.3 m<sup>2</sup>, donde las células están ensambladas entre dos estratos, uno superior de cristal de silicio y otro inferior de material plástico. Estos dos productos se colocan en un horno de alta temperatura resultando un bloque único laminado, donde se añade marcos que normalmente son de aluminio. (Vázquez C. T., 2018)

### Tipos de paneles:

Los tipos de paneles solares que actualmente están en el mercado son: paneles solares monocristalinos, policristalinos, amorfos, sulfuro de cadmio y sulfuro de cobre, de arsénico de galio y bifaciales. (Vázquez C. T., Tipos de paneles, 2018)

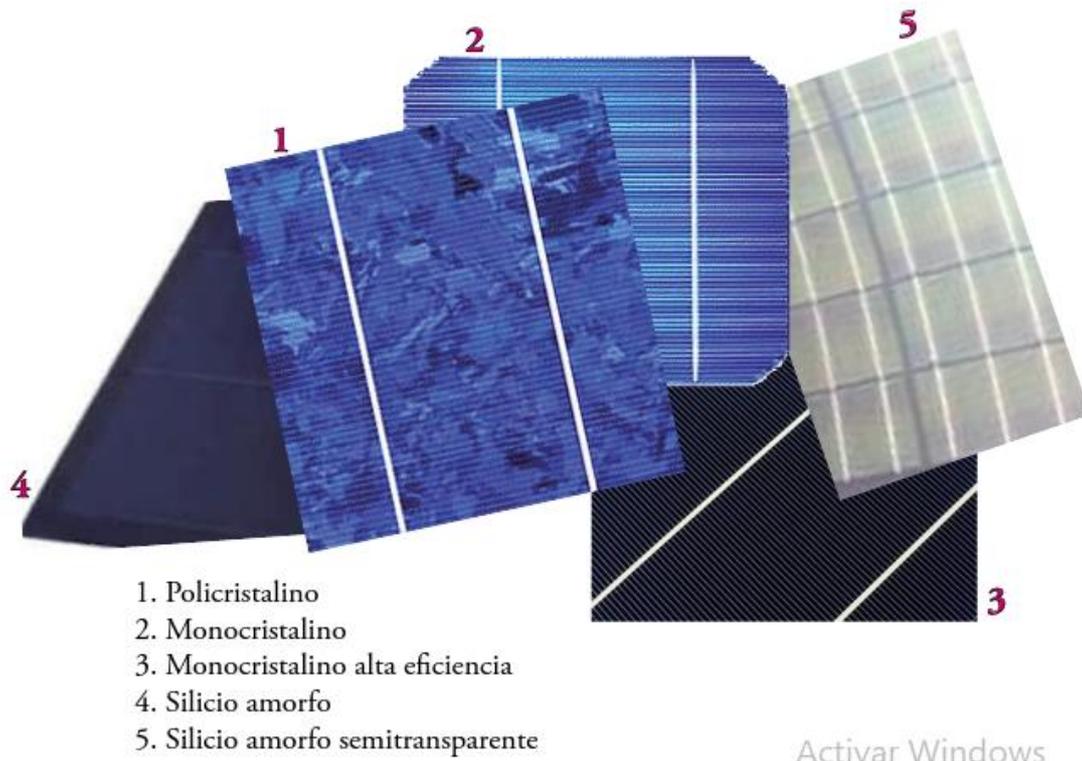


Figura 22. Tipos de células fotovoltaicas. Tomado de: (Vázquez C. T., Tipos de paneles, 2018)

### **Paneles solares monocristalinos:**

Poseen el rendimiento más alto del mercado, alrededor del 20% en la fabricación en serie y un 24 % en modelos de laboratorio. Se obtienen de silicio puro fundido y dopado con boro. Son los más utilizados debido a su rentabilidad energética a pesar de tener un precio medio alto.

## Elementos del panel solar

**Cubierta exterior de cara al sol:** Lámina de vidrio templado, resistente a los impactos, está expuesta a los agentes externos del ambiente protegiendo al encapsulante.

**Encapsulante:** Es la lámina encargada de proteger a las células solares y sus circuitos, se utiliza una lámina delgada de EVA (Etil, Vinilo, Acetileno) no se degrada con la radiación solar afectando su transparencia.

**Células solares:** Es el elemento encargado de transformar parte de la energía solar recibida en corriente continua, Al unir las dos regiones (P) y (N) exponerlos a la radiación solar, produce una circulación de electrones al conectar una carga se establece una corriente continua a causa del **efecto fotovoltaico**.

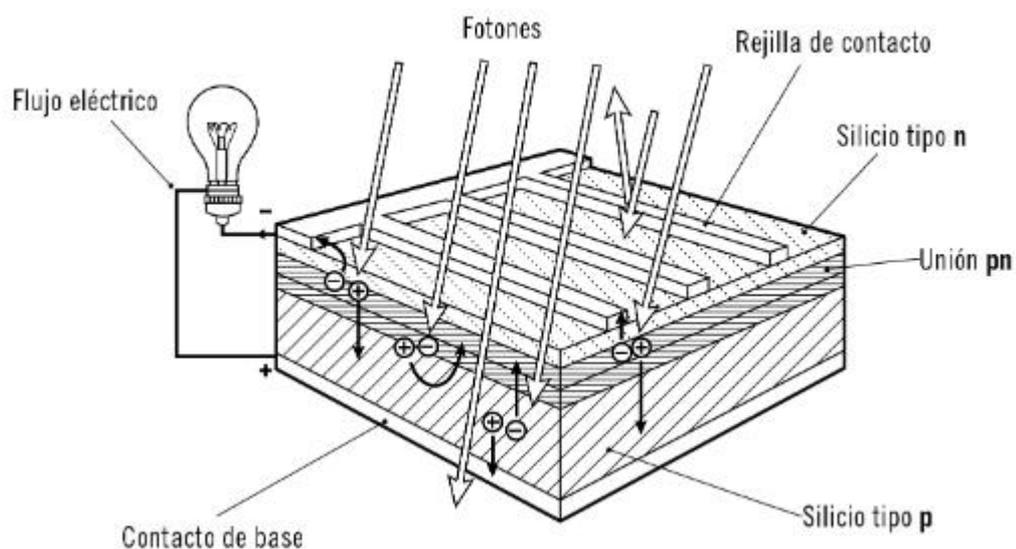


Figura 23. Estructura de una célula solar. Tomado de: (Pérez, *Generador fotovoltaico*, 2017)

## Baterías

Elemento que nos permite almacenar y abastecer de energía eléctrica a las cargas de nuestro sistema sin importar que los paneles solares fotovoltaicos no estén en funcionamiento debido al horario nocturno o condiciones climáticas desfavorables.

Su vida útil depende de la profundidad de sus descargas. Dependiendo del tipo de batería sus rangos de descarga varían, por lo general para obtener un vida de 10 a 15 años se recomienda un porcentaje de descarga de 30%, cuando se sobre pasa rangos de 80 % aproximadamente ocasiona reducción en los años de vida útil.

Existen varios tipos de baterías, cada una tiene sus funciones especiales, para elegir el tipo de acumulador ideal debemos tener claro el sistema solar fotovoltaico que se va a construir, a continuación, se detalla los tipos de acumuladores más usados:

### **Tipos de Baterías**

**Baterías de Gel:** Es del tipo de plomo – ácido, pero su electrolito no es líquido sino gelatinoso, es totalmente hermética y no necesita mantenimiento ideal para aplicaciones con nula supervisión por ejemplo carreteras, iluminación de carteles, repetidores. Su costo es tres veces mayor que la de tipo plomo – ácido.



*Figura 24. Batería de gel Sonnenschein 12V 85Ah. Tomado de: (AutosolarEnergySolutions, Baterias: Auto solar Energy Solutions Web pag, 2018)*

También se puede clasificar las baterías dependiendo del mantenimiento:

**Con mantenimiento:** Es necesario revisar el nivel de electrolito periódicamente, se retiran los tapones y se verifica que el líquido alcance las señales indicadas, si no es así se necesita verter agua destilada.

**Bajo mantenimiento:** Se realiza el mismo mantenimiento que las baterías anteriores, pero con la diferencia de que necesita menos revisiones, periódicas.

**Sin mantenimiento:** Estas baterías vienen selladas de fábrica, y no requieren ninguna intervención.

### **Controlador**

Es un elemento muy esencial en un sistema solar fotovoltaico, su función principal es proteger a la batería de descarga y sobrecarga, esto permite cuidar la vida útil de las baterías y que todo el sistema funcione de manera óptima.

Existen dos tipos de reguladores: Reguladores en serie y Regulador en paralelo o shunt

### **Controlador Paralelo o Shunt:**

Este tipo de controlador evita la sobrecarga de baterías mediante un circuito de control (diodo Zener y disipador de calor) que al notar que la batería está cargada en su 80% o 90% produce un microcorte en el circuito y el excedente de energía que recibe del panel fotovoltaico lo disipa mediante iones que son enviados al ambiente. Por esta razón es muy importante tenerlo en un espacio bien ventilado.

También evita que en la noche el panel fotovoltaico obtenga energía de las baterías mediante un diodo de bloqueo que genera una resistencia considerable al paso contrario de la corriente, este diodo supone una caída de tensión al panel de 0.5 a 1 V (para dimensionar los paneles se debe tomar en cuenta este punto).

No es recomendable utilizar este tipo de regulador en sistemas solares fotovoltaicos de alta generación debido a que necesita disipadores térmicos grandes, lo que genera mayor costo en la instalación, pérdida de energía considerable y problemas de fiabilidad. (*Vázquez C. T., Reguladores, 2018*)

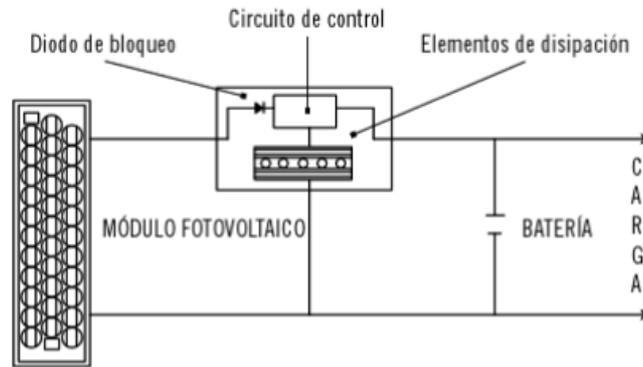


Figura 25. Descripción de un controlador paralelo. Tomado de: (Pérez, Reguladores, 2017)

### Controladores híbridos

Son reguladores diseñados para trabajar con dos diferentes fuentes de energía, por ejemplo, energía solar y energía eólica, esto permite cargar las baterías del sistema con el funcionamiento independiente de un panel fotovoltaico o un aerogenerador con el fin de obtener un recurso energético más estable en condiciones climáticas desfavorables por ejemplo varios días nublados con bajos niveles de radiación solar.

### Inversores

Este elemento del sistema permite modificar el tipo de corriente de salida de las baterías dependiendo del tipo de carga que necesitemos alimentar, existen tres diferentes tipos de transformación de energía.

1. Si la energía se transforma de CC a CA se lo hace mediante un inversor.
2. Si la energía se transforma de CA en CC se lo hace mediante un rectificador.
3. Si necesitamos transformar un valor de energía CC en otro valor diferente en CC se denomina convertidor o transformador.

## 2.3.2 Energía Eólica

### 2.3.2.1 Fundamentos

- Curva de Weibull
- Para poder obtener un análisis se deben medir, al menos, las siguientes magnitudes.

- Velocidad y dirección de viento.
- Condiciones ambientales (temperatura y presión atmosféricas al menos)
- Análisis de obstáculos cercanos (Paz, Energía eólica (2a. ed.), 2011).

**Potencia teórica del viento**

“Solo puede convertirse menos de  $16/27$  (0.593; 59%) de la energía cinética en energía mecánica usando un aerogenerador”. Según Albert Betz

**Potencia nominal**

Es la energía expresada en vatios que produce un aerogenerador trabajando en su máximo rendimiento durante una hora. (kWh)

**Velocidad de máquinas eólicas:**  $1 \text{ m/s} = 3.6 \text{ km/h} = 2.237 \text{ millas / h}$

**Velocidad de arranque ( $U_a$ ):** velocidad del viento por encima de la cual comienza a generarse energía. Por debajo de esta velocidad toda la energía extraída del viento se consume en pérdidas y no hay generación de energía.

**Velocidad nominal ( $U_n$ ):** velocidad del viento para la que la maquina eólica alcanza su potencial nominal.

**Velocidad de corte ( $U_c$ ):** velocidad de desconexión, velocidad del viento por encima de la cual la maquina eólica deja de generar, desconectándose de la red a la que alimenta (Paz, *Energía eólica (2a. ed.)*, 2011).

Tabla 4

Tabla de potencia de viento. Tomado de:

(Asociación danesa de la industria eólica, Manual de referencia, 2003)

m/s	$W/m^2$	m/s	$W/m^2$	m/s	$W/m^2$
0	0	8	313.6	16	2508.8
1	0.6	9	446.5	17	3009.2
2	4.9	10	612.5	18	3572.1
3	16.5	11	815.2	19	4201.1
4	39.2	12	1058.4	20	4900.0
5	76.5	13	1345.7	21	5672.4
6	132.3	14	1680.7	22	6521.9
7	210.1	15	2067.2	23	7452.3

### Instrumento de medición del viento

#### Anemómetros:

**Cazoletas:** Permiten medir solo la intensidad de viento son muy económicos y simples de usar.

**Ultrasónicos:** No poseen partes móviles permiten conocer la intensidad, dirección y sentido del viento, son más costosos.

**Hilo caliente:** Poseen una gran precisión y se utilizan solo para la investigación con el objetivo de obtener datos muy exactos. Son muy costosos y complejos de utilizar.

(Paz, *Energía eólica (2a. ed.)*, 2011)



*Figura 26. Anemómetro de cazoleta con veleta. Tomado de: (SENSOVANT, 2017)*

### **2.3.2.2 Sistemas Eólicos**

Son sistemas que, mediante el uso de aerogeneradores, se encarga de transformar la energía cinética del viento en energía eléctrica (corriente alterna), gracias a su alternador (fundamento físico ejemplo campo magnético).

### **2.3.2.3 Tipos de sistemas**

Existen dos tipos de sistemas eólicos: conectados a red y aislados de red.

#### **Conectados a red**

Son sistemas que no necesitan de acumuladores para almacenar la energía excedente que producen los aerogenerador, porque están conectados a la red eléctrica del país, los aerogeneradores de alta potencia se conectan a la red mediante subestaciones de conexión de alta tensión (132 y 220 Kw), también son conectados los miniaerogeneradores o aerogeneradores de pequeña potencia, siguiendo las normas establecidas por los organismos reguladores, poseen un transformador que permite convertir la tensión de salida inferior a los 1000 voltios a la tensión elegida (20-30 kilovoltios), para solucionar las pérdidas en líneas de baja y media tensión. En este grupo se encuentran los aerogeneradores de media, alta y muy alta potencia

## Aislados de red

Son sistemas que no están conectados a la red eléctrica del país, por lo tanto, necesitan acumuladores que permitan almacenar la energía excedente de los aerogeneradores, estos sistemas son dimensionados para dar una solución específica, en base a la necesidad energética del proyecto. En este grupo se encuentran los aerogeneradores micro, mini, y pequeña potencia.

### 2.3.2.4 Elementos del sistema aislado:

Los elementos que conforman un sistema eólico aislado de red son:

- Aerogenerador
- Batería
- Regulador
- Inversor
- Torre
- Elementos de carga

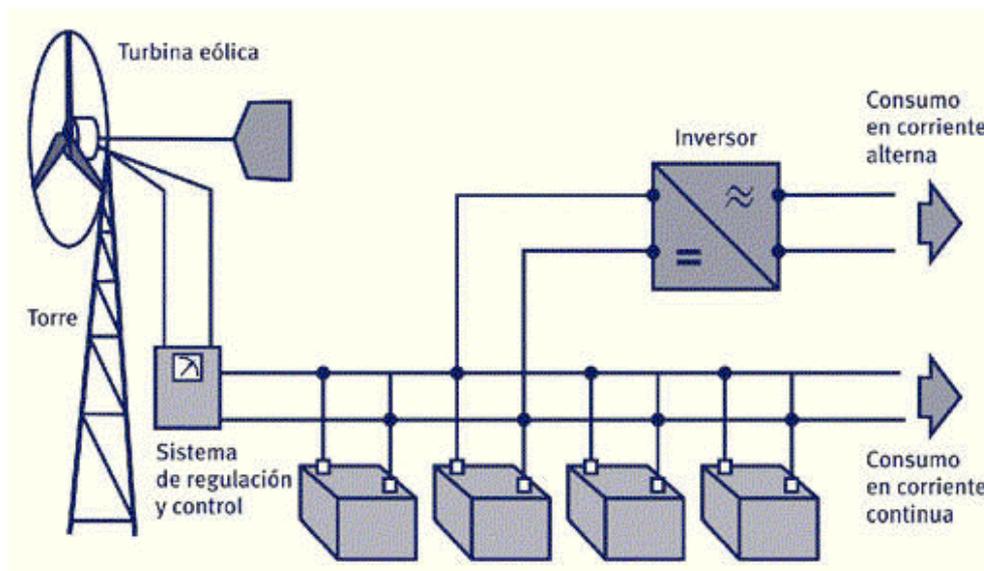


Figura 27. Instalación mini eólica aislada de red. Tomado de:  
(Figueredo, 2008)

## Aerogenerador

Es el sistema de transformación de energía cinética que posee el viento en energía eléctrica, mediante varios elementos que componen a un aerogenerador, las palas son movidas por el viento debido a dos tipos de

fuerza; por arrastre (las aspas son empujadas en la misma dirección del viento), por sustentación (las aspas son empujadas de un modo parecido a las alas de un avión). Las turbinas que funcionan por fuerza de sustentación tienen mayor eficiencia y son más utilizadas en aerogeneradores que las que funcionan por fuerza de arrastre.

### **Clasificación de aerogeneradores:**

#### **Por su potencia:**

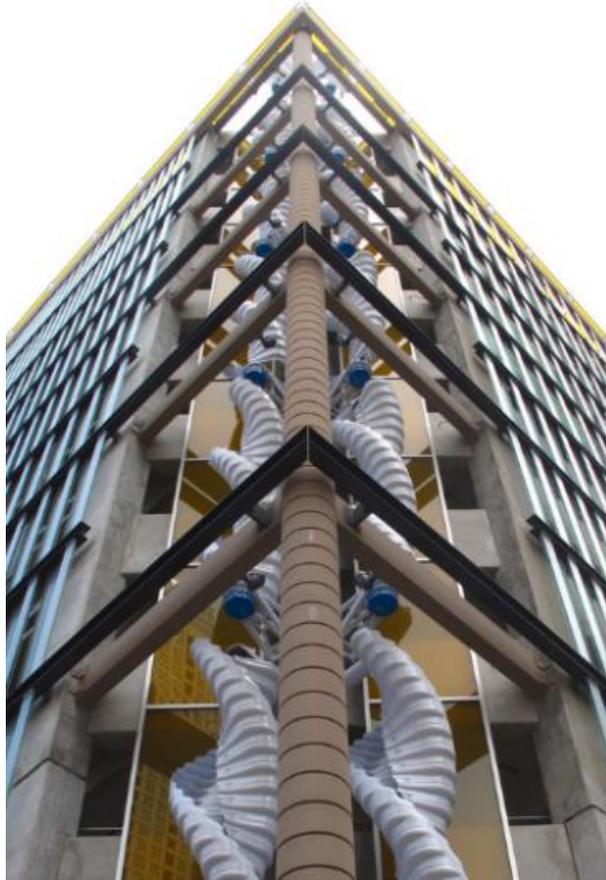
- Microaerogeneradores: Potencia hasta 1 Kw.
- Miniaerogeneradores: Potencia de 1Kw a 10Kw.
- Aerogeneradores de pequeña potencia: Potencia de 10 a 100 Kw.
- Aerogeneradores de media potencia: Potencia de 100 a 1000 Kw,
- Aerogeneradores de alta potencia: Potencia de 1000 a 10000 Kw,
- Aerogeneradores de muy alta potencia: Potencia superior a 10000 Kw,

#### **Por su orientación:**

**Eje Horizontal:** El eje de giro del rotor está ubicado en sentido horizontal

- Barlovento: La disposición del rotor es de cara al viento, es el diseño más común en aerogeneradores de eje horizontal.
- Sotavento: La disposición del rotor es de espaldas al viento, no necesita un mecanismo de orientación.

**Eje vertical:** El eje de giro del rotor está ubicado en sentido vertical, permiten captar viento en cualquier dirección sin necesidad de un mecanismo de orientación.



*Figura 28. Turbinas Salvionius de eje vertical, parqueadero “Greenway”. Chicago, USA. Diseñado por la empresa Helix Wind. Tomado de: (Cilento, 2010)*

## **Elementos del aerogenerador**

### **Palas**

Este es el elemento con mayor importancia en el sistema, permite captar la energía cinética del viento para generar energía mecánica, su diseño está fundamentado en un extenso y complejo proceso de cálculo, ensayos y experimentación aerodinámicos, con el fin de obtener un máximo desempeño.

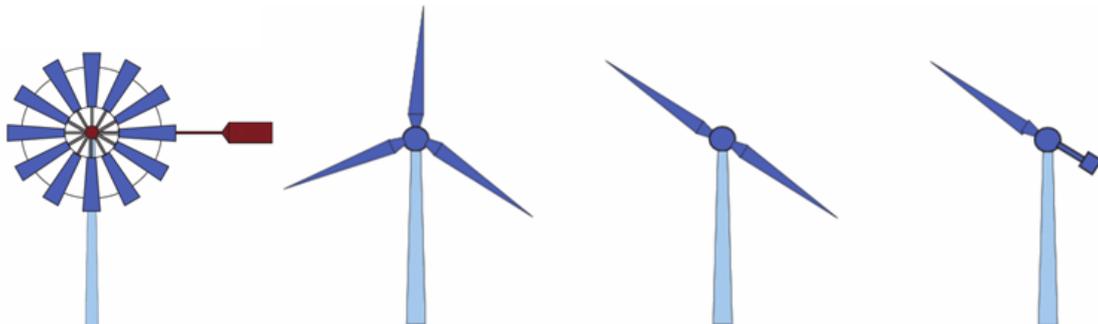
Este elemento también se puede clasificar por el número de palas:

**Monopala:** Solo posee una pala, necesita de un contrapeso opuesto a la pala para equilibrar al rotor, muestran problemas de estabilidad y fatiga, son muy poco comercializados.

**Bipala:** Posee dos palas, este diseño presenta menor problema dinámico que el diseño monopala, pero no es suficiente para ser comercialmente rentables necesitan de un diseño más complejo, varios fabricantes ha decidido cambiar sus diseños bipala por diseños tripala.

**Tripala:** Este diseño fue puesto en funcionamiento por primera vez en 1956 por J. Juul al sur de Dinamarca, en la actualidad se sigue utilizando este sistema en las modernas turbinas de regulación por pérdida aerodinámica.

**Multipala:** Este diseño no se emplea para generación de energía eléctrica debido a su baja velocidad de giro, pero es usado en extracción de agua.



*Figura 29. Aerogeneradores: multipala, tripala, bipala, monopala.*

*Tomado de: (Pardillos, 2017)*

Otro tipo de aerogeneradores: que no funciona con palas, sino con un solo cuerpo en forma de espiral que basa su diseño en la espiral de Arquímedes, este aerogenerador posee varios beneficios como mayor eficiencia con menor velocidad de viento, produce menos ruido, y su diseño se asemeja a la forma de una rosa, no produce una contaminación visual siendo ideal para áreas urbanas. Su desventaja es que aún no se encuentra disponible en el mercado.



Figura 30. “Archimedes wind mill” 150 W y 700W. Tomado de:  
(KETECH©2016, 2016)

Tabla 5  
Especificaciones Técnicas “Archimedes wind 496l” 150 W y 700W.  
Tomado de: (KETECH©2016, 2016)

Especificaciones Técnicas		
Modelo	AWM 750D / 150W	AWM 1500D / 1000W
<b>POTENCIA</b>		
Nominal	125 W	700 W
Máxima	150 W	1000 W
<b>VELOCIDAD</b>		
Funcionamiento	0.9 m/s (Cut in : 3 m/s)	
Nominal	12 m/s	
Corte	14 m/s	
Soporte	50 m/s	
<b>ROTACION (RPM)</b>		
Nominal	600	330
Corte	600	400
<b>GENERAL</b>		
Tamaño	0.75m x 1.1m x	1.5m x 1.9m x

		0.91m	1.75m
Peso		32 Kg	120 Kg
Sistema de control	de	MPPT control, Sistema de frenos, automático y manual	

### Generador

Este elemento es el encargado de transformar la energía mecánica generada por el movimiento de las palas, en energía eléctrica. En los sistemas eólicos aislados se puede utilizar dos tipos de generadores: de corriente continua (dinamo) y corriente alterna (alternador), el dinamo necesita mantenimiento en las escobillas que posee en su interior debido al desgaste ocasionado por la rotación de palas, razón por la cual el alternador es comercialmente la opción más utilizada en aerogeneradores para estos sistemas.

Los alternadores poseen en su interior dos partes fundamentales el rotor (parte móvil que mediante el giro de palas genera campo magnético variable) y el estator (parte fija en la cual se genera una corriente eléctrica inducida). Existen dos tipos de alternadores:

#### Alternador Asíncrono:

Son los clásicos motores eléctricos usados de manera industrial, son robustos, económicos y se utilizan en aerogeneradores de mediana y alta potencia debido a que necesitan estar conectados a la red eléctrica. El rotor en el generador asíncrono puede ser fabricados de dos tipos: *jaula de ardilla* (no necesita de anillos, ni escobillas, es muy sencillo), *bobinado* es un rotor más sofisticado y caro.

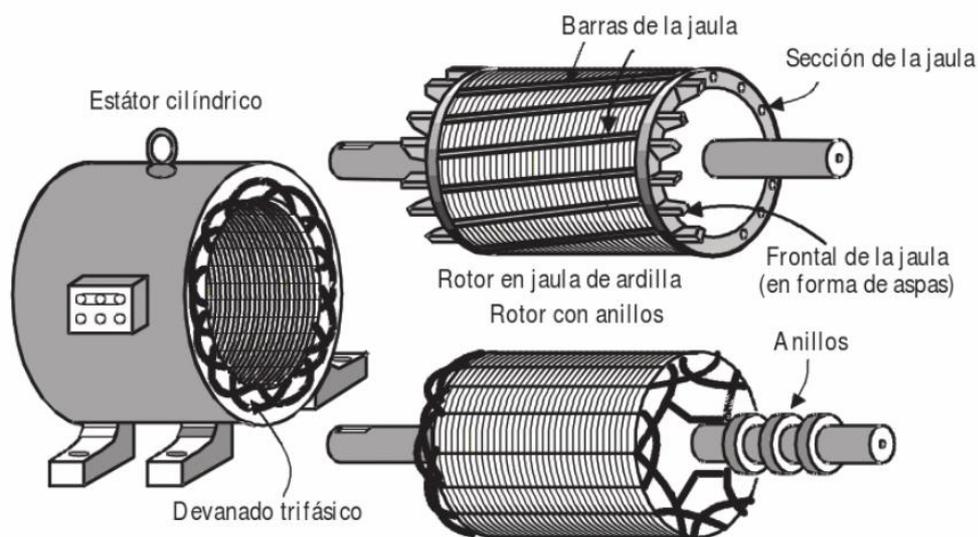


Figura 31. Tipos de alternador asíncrono. Tomado de: (Mora, Maquinas asíncronas, 2008)

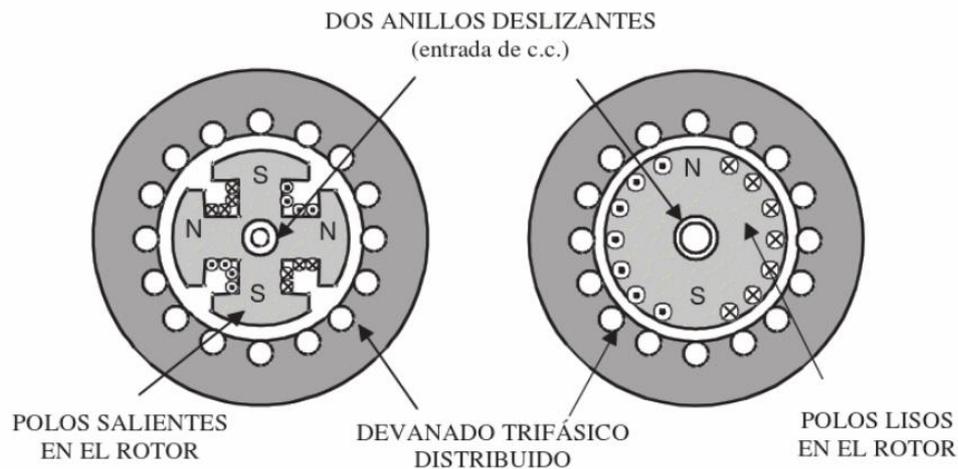
### Alternador Síncrono:

Se utilizan en microaerogeneradores, miniaerogeneradores, aerogeneradores de pequeña potencia. La generación de energía eléctrica se produce a una velocidad constante, denominada velocidad de sincronismo, el alternador de imanes permanentes es el más utilizado en instalaciones aisladas de la red eléctrica.

El rotor en el generador síncronos puede ser fabricado de dos tipos:

**Rotor bobinado:** El buje está conectado al eje del generador que está unido internamente al rotor, a su alrededor esta enrollado por escobilla de alambre de cobre esta necesita una corriente de excitación continua (generada por una dinamo externa o de manera interna), que genera un campo magnético induciendo corrientes en el estator. Se debe dar mantenimiento a las escobillas.

**Rotor de imanes permanentes:** este no necesita de escobillas evitando así su mantenimiento.



*Figura 32. Alternador síncrono con rotor de imanes permanentes.*

*Tomado de: (Mora, 2008)*

### Control

Los fabricantes de aerogeneradores de hasta 10 Kw, incluyen un control que protege al sistema del exceso de velocidad de viento, controlan la entrada en pérdidas de velocidad del rotor a partir de una velocidad de viento nominal y por corto circuito en la salida del generador.

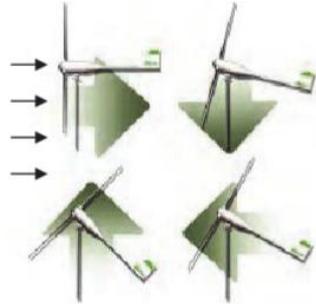
También disponen de un control de exceso de energía generada, que es activado por el regulador si detecta que las baterías están cargadas en su totalidad, sirve para redirigir la energía excedente hacia otras aplicaciones, por ejemplo: una resistencia (disipa la energía en forma de calor), bombeo de agua. *(Pardillos, Sistemas aislados, 2017)*

### Frenos

Los frenos del aerogenerador deben actuar automáticamente cuando la velocidad del viento es superior a los 15 m/s, para evitar daños el sistema debido al embalamiento. Hay dos tipos de freno; Activo (es la puesta en corto circuito de la maquina eléctrica), Pasivo (inclinación, desorientación, cargas de frenado). *(Paz, 2011)*

**Inclinación o cabeceo:** Este mecanismo de freno es activado cuando el rotor recibe una velocidad superior a la determinada, el sistema se deja vencer inclinándolo levemente en el eje Y, retirando las palas y el rotor del flujo de viento que provoca su parada, nuevamente se restablece si la velocidad de

rotación ha disminuido, utiliza amortiguadores que no permiten afectaciones por el movimiento brusco al inclinarse y restablecer su posición inicial.



*Figura 33. Freno automático por inclinación o cabeceo. Tomado de: (Pardillos, Sistemas aislados, 2017)*

**Desorientación:** Este mecanismo genera un desplazamiento del sistema en el eje X, con el fin de retirar al rotor de la dirección predominante del viento para reducir su velocidad de rotación, utiliza amortiguadores que permiten restablecer a la posición inicial si la velocidad del viento reduce.

**Cargas de frenado:** Con el fin de que no generen más de la carga a la que están conectados, comúnmente la energía que produce se consume en unas cargas de frenado, esta energía normalmente no se aprovecha, estas resistencias de frenado son utilizadas como último recurso para no afectar al sistema. (Paz, 2011)

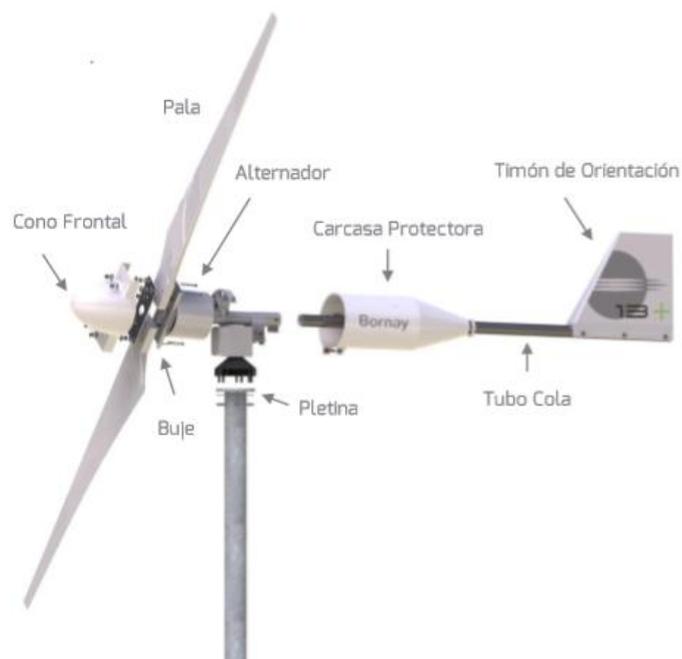


Figura 34. Aerogenerador Wind 25.3+ Bornay. 5000 W 220 V. Tomado de: (BornayAerogeneradoresSLU, Aerogeneradores: BORNAY.COM © 1970- 2017, 2017)

Tabla 6

Datos Tecnicos Aerogenerador Wind 25.3+ Bornay. 5000 W 220 V. (BornayAerogeneradoresSLU, Aerogeneradores: BORNAY.COM © 1970- 2017, 2017)

DATOS TECNICOS	
Tipo de aerogenerador	Wind 25.3+
<b>PALAS</b>	
Número de palas	3
Diámetro	4.05 m
Material	Fibra de vidrio / Fibra de carbono
Dirección de rotación	En sentido contrario a las agujas del reloj
<b>ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS</b>	
Alternador	Trifasico de imanes permanentes
Imanes	Neodimio

Potencia nominal	5000 W
Voltaje nominal	220 V
RPM Nominal	400
<b>VELOCIDAD DE VIENTO</b>	
Rango de funcionamiento	2 – 30m/s
Arranque	3 m/s
Potencia nominal	12 m/s
Frenado automático	14 m/s
Máxima	60 m/s
<b>ESPECIFICACIONES FISICAS</b>	
Peso aerogenerador	107 kg
<b>GARANTIA</b>	
Duracion	3 años

### **Baterías**

Las baterías utilizadas en sistemas mini eólicos aislados de red, son semejantes a las baterías que operan en sistemas solares fotovoltaicos aislados de red.

Esta información ha sido explicada en el tema anterior. 2.3.1 Energía Solar Fotovoltaica – 2.3.1.5 Elementos del sistema aislado – Baterías.

### **Controlador**

Este elemento es muy importante y se considera el cerebro en un sistema de generación eólica aislado de red, se encarga de proteger a las baterías controlando que no reciban carga si llega a su nivel máximo, bloquea o desvía la energía eléctrica excedente. También controla que la descarga no sea excesiva informado al usuario mediante una alarma, previo a la

desconexión automática de las cargas, para prolongar la vida útil de los acumuladores. (Pardillos, *Sistemas aislados*, 2017)

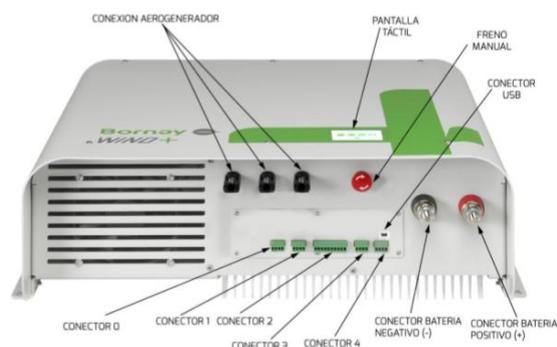


Figura 35. Puntos más importantes de controlador de carga MPPT Bornay 12/24/48 V, para aerogeneradores 6000W. Tomado de: (BornayAerogeneradoresSLU, Aerogeneradores: BORNAY.COM © 1970- 2017, 2017)

Tabla 7  
Especificaciones técnicas controlador de carga MPPT Bornay 12/24/48 V, para aerogeneradores 6000W. Tomado de: (BornayAerogeneradoresSLU, Aerogeneradores: BORNAY.COM © 1970- 2017, 2017)

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Tipo de aerogenerador	WIND 25+
<b>ALIMENTACION</b>	
Voltaje	12V / 24V /48V
Consumo en vacío	< 3W
Consumo máximo	< 30W
Observaciones	El equipo se autoalimenta desde el aerogenerador

	cuando está funcionando
<b>AEROGENERADOR</b>	
Tipo entrada	Trifasica (sin importancia el orden de fases)
Conexión de entrada	Mediante conectores MC4
Rango de entrada	80 - 480 Vac
Voltaje máximo	510 Vac
Potencia máxima	6000 W
Potencia máxima de frenado	10000 W
<b>SALIDA</b>	
Tipo	DC
Conexión	2 x M10
Rango de salida	12V / 24V /48V
Observaciones	Salida protegida mediante fusible 125A
<b>DIMENSIONES</b>	
Regulador (Al x An x Prof)	508 x 597 x 190 mm
Embalaje (Al x An x Prof)	585 x 660 x 275 mm
Peso equipo	35 Kg
<b>GENERAL</b>	
Entrada para anemómetro	Sí
Puertos comunicación RS485	2
Puertos comunicación RS232	1
Conexión USB	1 x Mini USB Tipo B hembra
Bluetooth	Opcional mediante adaptador Bornay Bluetooth
Paro de emergencia	Mediante seta con bloqueo

	y desbloqueo giratorio
Relé	Libre de potencial 3 contactos, NO, NC, COM
Entradas Digitales Auxiliares	2
Salida Digital	Salida de pulsos para sincronización con Inversores que acepten curvas de potencia F-P (NO SE USA EN REGULADOR MPPT)
<b>OTROS</b>	
Indice de Proteccion	IP20
Material de la carcasa	Aluminio
Color de la carcasa	RAL 7035
Tipo de ventilacion	Ventilacion forzada

### **Inversor**

Los inversores utilizados en sistemas mini eólicos aislados de red, son semejantes a los inversores que operan en sistemas solares fotovoltaicos aislados de red.

Esta información ha sido explicada en el tema anterior. Energía Solar Fotovoltaica – Elementos del sistema aislado – Inversores.

### **Torre**

Es el elemento que su parte inferior se empotra al sistema de cimentación y su parte superior al aerogenerador, permitiéndole dar una altura determinada para que los flujos de viento puedan ser aprovechados de manera

óptima en base a los estudios de recurso eólico. Los materiales con los que se construyen son acero (tubular, arriostrado) hormigón. Existen varios tipos de torres:

**Basculante:** Está conformada por un solo cuerpo, utiliza un sistema de poleas y anclajes que permiten su movilidad pudiendo levantar o bajar la torre en su totalidad, estos sistemas son ideales para lugares de difícil acceso donde no es posible ocupar grúas u otros sistemas de anclaje.

**Auto portante:** Está conformada por un solo cuerpo, actúa como una columna fija sin movilidad, que soporta un peso encima, se la ubica con la ayuda de grúas u otros sistemas de montaje en el lugar determinado para luego ser anclada al sistema de cimentación (zapata).

**Torres arriostrada o de celosía:** Su cuerpo está conformado por perfiles de acero en forma de riostras que permiten el paso del aire sin ejercer una carga lateral en la torre, utiliza menos material que las torres tubulares provocando que sean más económicas, son ligeras y se transportan fácilmente, pueden ser de cualquier tipo auto portantes (fijas) o basculantes (móvil), este tipo de torres no son utilizadas en parques eólicos debido a su estética.

**Tubular:** Su cuerpo está hecho de perfiles con forma circular y huecos en su interior, se van montando uno encima de otro mediante un sistema de unión para obtener una torre con la altura deseada. El sistema de unión utiliza bridas que reducen las vibraciones provocadas por el aerogenerador, una de sus desventajas es que debe soportar la carga lateral que ejerce el viento en sus paredes lisas.

**Mástil tensado:** Son torres que utilizan un delgado mástil para sostener al aerogenerador y se ayuda de tensores que equilibran y estabilizan a la torre. Es un sistema muy económico, pero su seguridad puede ser fácilmente afectada por actos de vandalismo, es complicado el acceso al área alrededor de la torre, se debe utilizar en lugares donde no se necesite realizar una actividad determinada por ejemplo agricultura. (*Paz, Energía eólica (2a. ed.), 2011*).

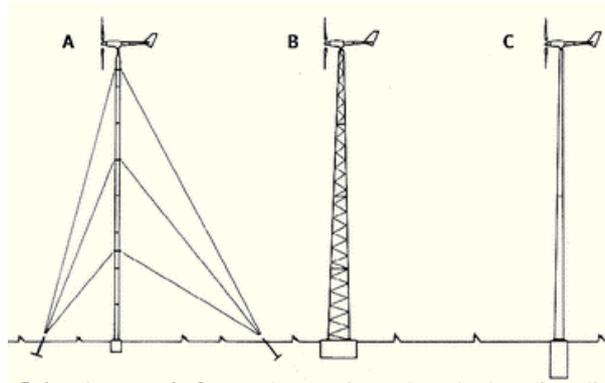


Figura 36. Tipos de torres. A) Atirantadas, B) Celosía, C) Tubulares.  
Tomado de:(Figueredo, Biblioteca - Energía - Cubasolar, 2017)

### 2.3.3 Sistemas híbridos eólicos fotovoltaicos aislados de red

Este tipo de instalación funciona de manera más eficiente que los sistemas que trabajan independientes sistemas eólicos o fotovoltaicos, debido a que posee dos fuentes de energía eólica y solar, estas energías se complementan entre sí, generando energía al mismo tiempo o de manera individual dependiendo del recurso natural (eólico, solar) que exista en ese momento.

Estas instalaciones se diseñan de la misma forma que las instalaciones aisladas de red (eólica o fotovoltaica) utilizan los mismos elementos base:

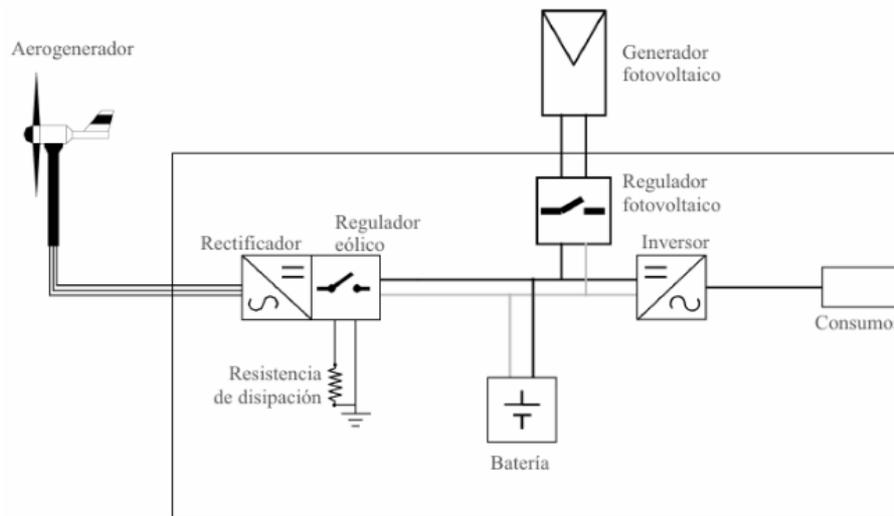
Los elementos que conforman un sistema híbrido eólico, fotovoltaico aislado de red son:

- Aerogenerador
- Panel Solar
- Regulador
- Batería
- Inversor
- Elementos de carga

#### El controlador

Es el elemento que puede variar en un sistema híbrido, existen dos alternativas:

Se puede implementar un sistema que disponga de dos reguladores uno eólico y otro solar que trabajan de manera independiente recibiendo corriente (alterna y continua) del aerogenerador y del panel solar respectivamente y entregando esta corriente a la batería.



*Figura 37. Esquema de conexión de un sistema híbrido eólico, fotovoltaico con dos reguladores eólico y fotovoltaico respectivamente. Tomado de: (Paz, Energía eólica (2a. ed.), 2011)*

Se puede utilizar un controlador híbrido que internamente posee dos reguladores el eólico que permite la entrada de corriente alterna del aerogenerador y el fotovoltaico que permite la entrada de corriente continua del panel solar, esto brinda la opción de tener un solo regulador en el sistema, tomando en cuenta que su potencia debe ser igual a la suma de potencias de las dos fuentes de energía, para que cuando las dos estén trabajando en su potencia pico o nominal el regulador pueda soportar la carga.

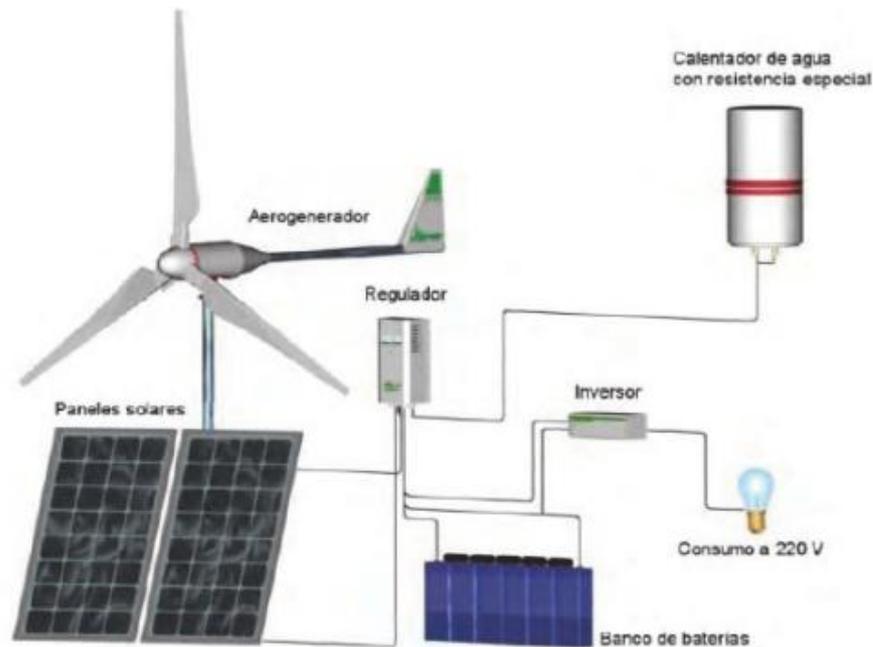


Figura 38. Sistema híbrido eólico, fotovoltaico con un controlador híbrido. Tomado de: (Pardillos, Manual de energía eólica, 2017)

## 2.4 Iluminación

### 2.4.1 Tipos de iluminación

#### 2.4.1.1 Iluminación Interior

Son consideradas fuentes de luz eléctricas, que se utilizan para iluminar el interior de una edificación con similares niveles parecidos a la luz del día. Nos permite ver en la oscuridad, haciendo visible aquello que sin luz natural no podemos ver. En base a esta necesidad nace la “luminotecnia” que es la ciencia aplicada a la luz, control y manipulación, que permite el desarrollo de nuevas fuentes de luz más eficientes. (Robledillo, Jiménez, & Pérez, *Iluminación Interior*, 2013)

#### 2.4.1.2 Iluminación Exterior

La iluminación exterior cumple una función indispensable en la vida diaria, contribuye y promueve el desarrollo de la civilización como las conocemos, este capítulo contiene varias aplicaciones desde iluminación vial hasta iluminación decorativa, por medio de la luminotecnia podemos controlar las luces exteriores para que sean encendidas y apagadas dependiendo del recurso de luz natural que exista.

## 2.4.2 Alumbrado Público

### 2.4.2.1 Fundamentos

#### 2.4.2.1.1 Deslumbramiento

Existen dos tipos de deslumbramiento:

**Deslumbramiento molesto:** Cuando existe uno o varios puntos luminosos en un campo de visión que producen sensaciones desagradables a la visión.

**Deslumbramiento perturbador:** Este efecto no molesta tan solo perturba y reduce la visión, es producida por una o varias fuentes de luz. El incremento de umbral de contraste es el índice encargado de medir la pérdida de visión producida por una luminaria.

#### 2.4.2.1.2 Eficacia Luminosa

Es definida como el cociente entre el flujo luminoso emitido y la potencia consumida de una lámpara. Se expresa con la unidad de medición de lm/W (Lumen/Vatio).

#### 2.4.2.1.3 Flujo Luminoso

“El flujo luminoso se define como la potencia emitida en forma de radiación visible por una fuente luminosa o lámpara y evaluada según su capacidad de producir sensación luminosa, teniendo en cuenta la variación de la sensibilidad del ojo con la longitud de onda. La unidad de medida es el lumen (lm) y su símbolo es el  $\Phi$ ”. Según Robledillo, Jiménez & Pérez, 2013

El lumen está definido como la unidad para medir el flujo luminoso de una lámpara, reconocido en el sistema internacional de medidas.

**Flujo hemisférico superior:** proporción expresada en porcentaje que es emitida por encima del plano horizontal respecto al total del flujo emitido por una luminaria. Es una medida de la cantidad de flujo que no se aprovecha correctamente, porque dirige su flujo luminoso a una zona donde no es necesario iluminar.

**Flujo hemisférico inferior:** proporción expresada en porcentaje que es emitida por debajo del plano horizontal respecto al total del flujo emitido por

una luminaria. Es una medida de la cantidad de flujo útil aprovechado correctamente. (Robledillo, Jiménez, & Pérez, *Parametros y unidades de iluminación*, 2013).

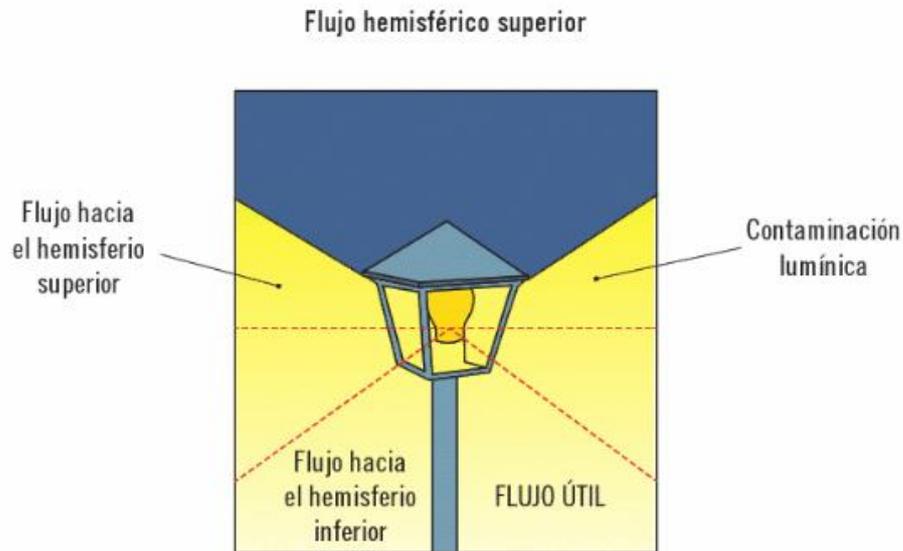


Figura 39. Flujo luminoso de una fuente de luz. Tomado de: Víctor García Márquez Robledillo; Juan González Jiménez; Joaquín González Pérez

#### 2.4.2.1.4 Intensidad Luminosa

Se la considera como la cantidad de flujo luminoso emitida por una fuente o lámpara por unidad de ángulo sólido. Esta magnitud tiene característica direccional. Se expresa con el símbolo  $I$  y su unidad es la candela (cd).

#### 2.4.2.1.5 Luminancia media de una superficie

Es considerado como el valor medio de la luminancia en cada uno de los puntos de dicha superficie, luminancia que existe en un punto de una superficie es la intensidad luminosa que dicha superficie refleja en la misma dirección del ojo de la persona. Su símbolo es  $L$  y su unidad es ( $\text{cd}/\text{m}^2$ ). (Robledillo, Jiménez, & Pérez, *Parámetros y unidades de iluminación*, 2013).

## 2.4.2.2 Elementos de alumbrado público

### 2.4.2.2.1 Luminarias

Se considera que son elementos que almacenan, sujetan y protegen a las lámparas, ejecuta la tarea de direccionar la luz hacia un lugar determinado para ser iluminado. Está conformado por varios elementos:

#### Elementos de una luminaria

**Cuerpo o carcasa:** Este elemento aloja en su interior a los demás componentes y los protege de las condiciones climáticas, es por eso que necesita ser construido con material que posea un IP (índice de protección contra agua y polvo) elevado, ligero de peso, y agradable estéticamente. Se utiliza plásticos técnicos, aleaciones ligeras de aluminio.

#### Componentes ópticos

**Reflector:** Cumple la función de dirigir y dar forma al flujo luminoso de la lámpara, es fabricado de aluminio de gran pureza, con características especiales, pulido, abillantado y aplicado un tratamiento mediante oxidación anódica.

**Difusor:** Su función es sellar la luminaria y permitir el paso de flujo luminoso hacia el lugar determinado a ser iluminado.

**Filtro:** Cumple la función de aumentar o reducir algunas características de la radiación lumínica según sea necesario dependiendo del lugar que será iluminado.

**Alojamiento de equipo eléctrico:** Su función es almacenar el equipo eléctrico que al estar en funcionamiento produce calor, por esta razón las condiciones físicas de este alojamiento deberán permitir la disipación del calor, con el fin de evitar el sobrecalentamiento interno que puede provocar daños en la luminaria. Se deberá ubicar en un sitio que permita su fácil acceso para trabajos posteriores de mantenimiento.

**Sujeción:** Le permite a la luminaria acoplarse a diferentes bases como: postes, columnas, fachadas. La resistencia de este elemento debe ser dimensionada tomando en cuenta las cargas que posee una luminaria: cargas internas (elementos internos) y cargas externas (lluvia, viento, nieve), con el fin

de evitar que el sobrepeso de la luminaria genere una caída al piso provocando un accidente. (Robledillo, Jiménez, & Pérez, *Eficiencia energética en las instalaciones de iluminación interior y alumbrado exterior (UF0567)*, 2013)

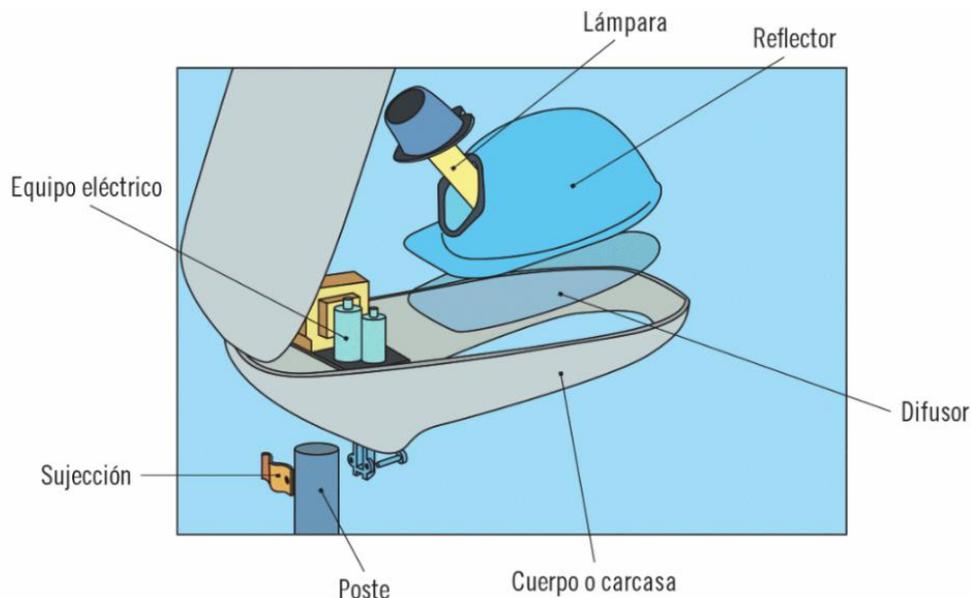


Figura 40. Elementos de una luminaria. Tomado de: (Robledillo, Jiménez, & Pérez, 2013)

#### 2.4.3.2.2 Lámpara

##### Tipos de lámparas:

**Lámparas incandescentes:** Tan solo el 5% de energía eléctrica es transformada en luz, el 95% se convierte en calor. Por esta razón no han sido fabricadas desde septiembre de 2012, tienen una vida útil muy corta (1000 horas), su consumo (Watts) es muy elevado, son muy ineficientes energéticamente, solían ser usadas en el área residencial.

**Lámparas halógenas:** Son lámparas incandescentes que añaden en su interior un gas (bromo) que no permite que la lámpara se haga negra debido al depósito de wolframio, también son ineficientes energéticamente utilizan balastos, solían ser usadas en el área residencial.

**Lámparas fluorescentes:** Utilizan descargas de vapor de mercurio de baja presión, su interior posee gas inerte (argón) y una pequeña cantidad de mercurio. Poseen una duración 10 veces mayor que del tipo incandescente y su consumo eléctrico es menor, ahorra el 80%. Su desventaja son las

emisiones de gases nocivos para la salud, que libera si se rompe el tubo, aún son usadas el área residencial.

**Lámparas halogenuros metálicos:** Utilizan vapor de mercurio de alta presión, que contiene halogenuros (Holmio, Tulio) que son evaporados al alcanzar su temperatura normal, son usadas en grandes áreas de recreación: estadios deportivos, salas de reuniones.

#### **Lámparas de sodio:**

**Baja presión:** Son similares a las lámparas fluorescentes, no necesitan el polvo fluorescente, basta con la descarga directa del sodio.

**Alta presión:** Las propiedades de luz, la producción de color es mejor en comparación con las lámparas de sodio de baja presión. El tubo de descarga contiene exceso de sodio que genera vapor saturado cuando la lámpara está funcionando.

**Lámparas de inducción:** Utiliza una descarga de gas a baja presión, sin necesidad de usar electrodos para ionizar el gas que ocurre en un anillo cerrado de vidrio y la energía es provista desde el exterior mediante un campo magnético. Hay varios tipos de lámparas de inducción una de ellas es la lámpara fluorescente de alta potencia sin electrodos.

**Lámparas LED:** Utilizan grupos de “diodos emisores de luz” con alta eficiencia energética, vida útil prolongada, el desarrollo tecnológico ha hecho posible la fabricación de estas luminarias a precios muy competitivos en comparación con los otros tipos de lámparas.

*(Robledillo, Jiménez, & Pérez, Eficiencia energética en las instalaciones de iluminación interior y alumbrado exterior (UF0567), 2013)*

#### **2.4.2.3 Tecnología LED**

LED conocido por sus siglas en inglés que significan Light Emitting Diode, es un semiconductor que posee dos terminales (ánodo y un cátodo) transforma la energía eléctrica en radiación visible por medio del efecto

electroluminiscencia. Este sistema no utiliza gas inerte o filamentos, o capsulas de vidrio como las lámparas convencionales.

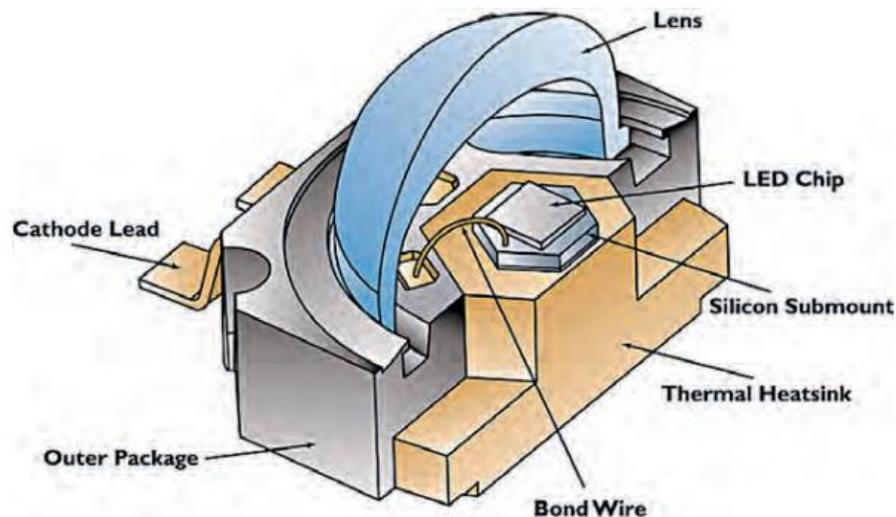


Figura 41. Componentes principales de un LED. Tomado de:  
(Fenercom, 2015)

#### 2.4.2.3.2 Tipos de LED

**LED DIP:** Por sus siglas en inglés que significan “Dual In-Line Package”, diseño es muy elemental consta de un diodo cubierto por una carcasa de plástico dura en forma de bala, del cual salen dos pines de conexión el cátodo y el ánodo, el color del diodo dependerá del color de la carcasa. Tiene una baja eficiencia lumínica (4 lúmenes), pero son ideales como indicadores de equipos electrónicos.

**LED SMD:** Por sus siglas en inglés que significan “Surface Mounted Diode”, el diodo se encuentra encapsulado en una resina semi-rígida, son pequeños, tienen forma plana y están montados sobre una placa de circuito impreso, incluye hasta tres diodos rojo, azul, verde, ideales para obtener 16 millones de colores. Existen diferentes modelos los más comunes son el SMD 3528 y el SMD 5050 el nombre se los atribuye por la dimensión en milímetros del diodo. Son utilizados especialmente en tiras con diferentes longitudes, si un led se quema, los demás leds de la tira siguen funcionando. Su eficiencia es

alta 60 y 80 lúmenes por vatio. Son recomendados para uso continuo y prolongado.

**LED COB:** Por sus siglas en inglés que significan “Chip on Board” su diseño avanzado permite la inclusión de varios diodos led en un mismo encapsulado, esto reduce 20 % del costo en la fabricación, con respecto a los diodos SMD. Su eficiencia es muy alta supera a los 120 lúmenes por vatio, Son utilizados especialmente en equipos electrónicos (celulares, cámaras) como flash, generan una alta cantidad de lúmenes con una baja cantidad de energía. *(EFECTOLED2016-2018©, 2016)*



*Figura 42. Diodos LED: DIP, SMD, COB. Tomado de: (EFECTOLED2016-2018©, 2016)*



*Figura 43. Luminarias LED para exterior: COB, SMD. Tomado de: (©iluminet2018, 2018)*

#### **2.4.3.3.3 Ventajas**

- Seguridad y resistencia
- No utilizan ningún tipo de gas nocivo para la salud
- Son resistentes a nivel de temperatura muy bajo
- No generan significativas cantidades de calor

- No producen radiación que pueda perjudicar la piel.

### Ahorro

Su sistema permite consumir 90 % menos que los sistemas incandescentes y 60 % menos que los sistemas de fluorescencia.

Su desempeño es muy bueno, si comparamos una bombilla fluorescente de 1600 lúmenes – 23W – 10000 horas con una LED 1600 lúmenes – 17 W – 15000 horas.

No se necesita ocupar transformadores (balastos) adicionales (*Fenercom, Guia sobre tecnologia LED en el alumbrado, 2015*).

#### 2.4.3.4 Situación actual del Ecuador

La infraestructura correspondiente al servicio de alumbrado público general registró 1.397.967 luminarias instaladas, con una potencia de 218 MW, orientándose la política para el servicio de alumbrado público a mejorar la cobertura, con eficiencia energética y lumínica, mediante el reemplazo e instalación de equipos con nuevas tecnologías. (*PlanMaestrodeElectricidad2016-2025 M. , 2017*).

#### Tabla 8

*Infraestructura de Alumbrado Público. Tomado de: (PlanMaestrodeElectricidad2016-2025 M. , 2017)*

Año	Luminarias	
	Cantidad (#)	Potencia (Kw)
2006	818.613	144.523
2016	1.366.203	218.363
Variación	66,9 %	51,1 %

La participación de la demanda por grupo de consumo durante el periodo 2007 – 2016, ha mantenido una aportación mayoritaria de los usuarios residenciales, es así como en el 2016 corresponde al 37%, seguido por los industriales con el 25% y los comerciales con el 20%. Además para el mismo periodo, la variación promedio del consumo energético residencial se ubicó en

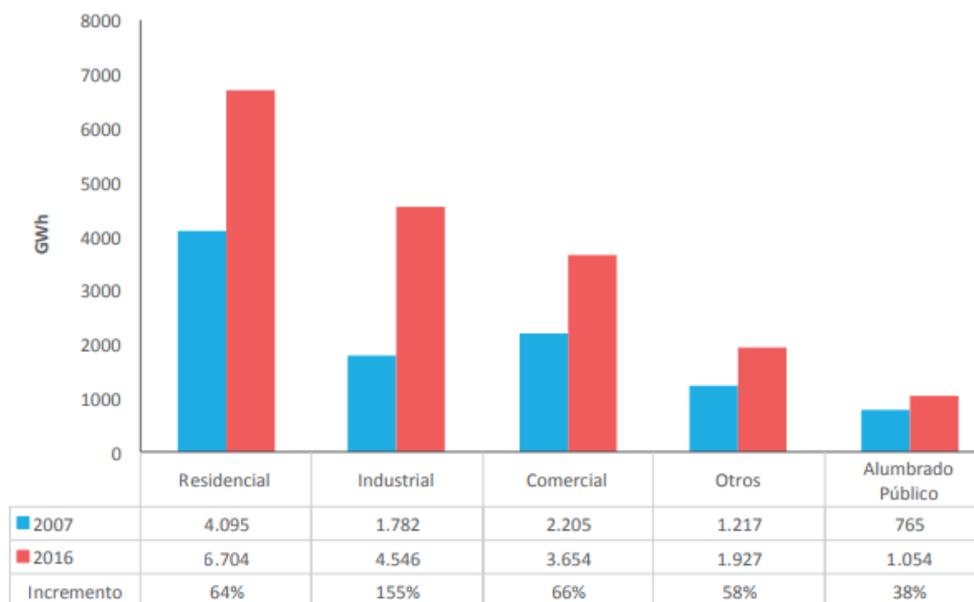
el 3,62%, para el industrial en el 10,97% mientras que para el comercial fue de 5,78%. (*PlanMaestrodeElectricidad2016-2025 M. , 2017*)



*Figura 44. Comparación en la participación de la demanda de energía de los grupos de consumo años 2007 y 2016. Tomado de: (PlanMaestrodeElectricidad2016-2025 M. , 2017)*

Por otra parte, en la Figura Nro. 3-4, se observan los valores de la energía facturada por cada grupo de consumo en los últimos 10 años; el mayor crecimiento se presenta en el sector industrial con el 155%, seguido del comercial con el 66%, el residencial con el 64%; mientras que el de menor crecimiento fue el alumbrado público con el 38%.

(*PlanMaestrodeElectricidad2016-2025., 2017*)



*Figura 45. Evolución de la energía facturada por grupo de consumo 2007 – 2016. Tomado de: (PlanMaestrodeElectricidad2016-2025., 2017)*

Empresa	Denominación	Nro. luminarias	Potencia luminarias MW
CNEL EP	U.N. Bolívar	15.273	3,16
	U.N. El Oro	82.153	14,74
	U.N. Esmeraldas	40.242	6,58
	U.N. Guayaquil	159.323	25,14
	U.N. Guayas Los Ríos	77.623	14,36
	U.N. Los Ríos	25.868	4,68
	U.N. Manabí	107.664	22,29
	U.N. Milagro	36.749	6,33
	U.N. Sta. Elena	32.751	5,02
	U.N. Sto. Domingo	56.027	8,03
	U.N. Sucumbios	33.456	4,27
Empresas Eléctricas	E.E. Ambato	91.182	12,64
	E.E. Azogues	14.023	2,05
	E.E. Centro sur	115.560	19,82
	E.E. Cotopaxi	38.227	5,68
	E.E. Galápagos	3.279	0,35
	E.E. Norte	76.404	9,86
	E.E. Quito	257.712	40,64
	E.E. Riobamba	48.746	6,38
E.E. Sur	53.941	6,34	
Total:		1.366.203	218,36

Figura 46. Infraestructura de alumbrado público diciembre de 2016.

Tomado de: (MEER, Plan Maestro de Electricidad 2016-2025, 2017)

Considerando que la iluminación de las vías, pasajes, acceso a poblaciones aporta de manera significativa a la seguridad de la ciudadanía, así como al confort de las personas se ha programado el siguiente número de luminarias: (MEER, Plan Maestro de Electricidad 2016-2025, 2017).

Tabla 9

Meta de luminarias. Tomado de: (MEER, Plan Maestro de Electricidad 2016-2025, 2017)

Número de Luminarias			
<b>2016</b>	51,124	<b>2022</b>	17,963
<b>2017</b>	83,038	<b>2023</b>	18,460
<b>2018</b>	35,989	<b>2024</b>	17,503
<b>2019</b>	20,825	<b>2025</b>	17,800
<b>2020</b>	16,778	<b>Total</b>	296,448
<b>2021</b>	16,968		

## CAPITULO III

### DESARROLLO DEL PROYECTO

#### 3.1 Estudio del espacio Turístico

##### 3.1.1 Distrito Metropolitano de Quito

El distrito metropolitano de Quito tiene 32 parroquias urbanas. Nuestro proyecto puede ser enfocado en los espacios con potencial turísticos de este cantón.

*Tabla 10.  
Parroquias Urbanas de  
Quito. Adaptado de:  
(©EcuadorNoticias,  
2012)*

Belisario Quevedo	Kennedy
Carcelén	La Argelia
Centro Histórico	La Ecuatoriana
Chilibulo	La Ferroviaria
Chillogallo	La Libertad
Chimbacalle	La Mena
Cochapamba	Magdalena
Comité del Pueblo	Mariscal Sucre
Concepción	Ponceano
Cotocollao	Puengasí
El Condado	Quitumbe
El Inca	Rumipamba
Guamaní	San Bartolo
Iñaquito	San Juan
Itchimbía	Solanda
Jipijapa	Turubamba



Figura 47. Cantón de Quito con sus parroquias rurales y cabecera distrital. Tomado de: (©EcuadorNoticias, 2012)

El distrito metropolitano de Quito tiene 33 parroquias rurales. Nuestro proyecto puede ser enfocado en los espacios con potencial turísticos de este cantón.

Tabla 11.  
Parroquias Rurales de Quito. Adaptado de: (©EcuadorNoticias, 2012)

Alangasí	Nanegal
Amaguaña	Nanegalito
Atahualpa	Nayón
Calacalí	Nono



Calderón	Pacto
Conocoto	Perucho
Cumbayá	Pifo
Chavezpamba	Píntag
Checa	Pomasqui
El Quinche	Puéllaro
Guala	Puambo
Guangopolo	San Antonio de Pichincha
Guayllabamba	San José de Minas
La Merced	Tababela
Llano Chico	Tumbaco
Lloa	Yaruquí
	Zámbiza

*Figura 48. Cantón de Quito con sus parroquias rurales y cabecera distrital. Tomado de: (©EcuadorNoticias, 2012)*

De estas 33 parroquias rurales y 32 parroquias urbanas del distrito metropolitano de Quito, sabemos que existen lugares con potencial turísticos, que a pesar de que constan de alumbrado público que está conectado a la red eléctrica, tienen puntos de falencia en la iluminación, lo cual genera un problema para estos espacios.

### 3.1.2 Selección de espacio turístico en zonas rurales o urbanas

La ciudad capital del Ecuador es un referente muy importante en turismo para Latinoamérica, en la gala realizada en Vietnam el 10 de diciembre 2017, la ciudad se proclamó ganadora del premio “South America’s Leading Destination 2018”, este galardón se suma a los premios recibidos en la misma categoría, en los últimos 4 años. (*WorldTravelAwards™, 2018*).

La plataforma virtual Trip Advisor utiliza las experiencias de los visitantes para generar una lista de los lugares más populares de una ciudad.

*Tabla 12*

*Lugares más visitados del D.M. Quito. Adaptado de: (QuitoTurismo, 2016)*

<b>Distrito Metropolitano de Quito</b>	
<b>Lugar</b>	<b>Cantidad de visitantes no residentes (año 2017)</b>
Parque de Guapulo	8.160 visitantes
La Capilla del Hombre	9.325 visitantes
Plaza de la Independencia	11.998 visitantes
El Panecillo	73.656 visitantes
Parque La Carolina	32.976 visitantes

Quito cuenta con gran variedad de atracciones turísticas, es por eso que, para elegir el espacio turístico más adecuado para implementar nuestro proyecto, hemos considerado la cantidad de visitantes que posee cada lugar, dando como resultado: “El Panecillo” por poseer mayor cantidad de visitantes al año. Razón por lo cual empezaremos a trabajar en base a ese entorno.

### 3.1.3 Diagnostico de línea base de “El Panecillo”

#### 3.1.3.1 Reseña histórica

Su nombre original es “Shungoloma” que en quichua significa “loma de corazón” nombrada así por sus aborígenes, luego de la conquista española fue llamada “El Panecillo”. Es considerado una de las siete maravillas de Quito, su mirador natural uno de los más importantes de la ciudad, permite apreciar de manera panorámica el norte, sur, y el grandioso centro histórico.

La virgen de aluminio ubicada en el centro de la loma fue traída en 1975, por españoles y su autor Bernardo de Legarda fue uno de los más notables artistas de la escuela quiteña. Esta escultura posee siete mil cuatrocientas piezas y mide 41 metros, siendo la figura de aluminio más grande del mundo.



*Figura 49. El Panecillo y la Virgen. Tomado de: (VirgendelPanecillo, 2018)*



*Figura 50. Virgen del Panecillo. Tomado de: (VirgendelPanecillo, 2018)*

### **3.1.3.2 Localización**

El espacio turístico “El Panecillo” está ubicado en la calle Cumbre del Panecillo, Gral Melchor Aymerich, código postal 170111, Quito – Ecuador. En las figuras 75 y 76 se encuentra la ubicación y la entrada respectivamente a “El Panecillo”.



*Figura 51. Ubicación del espacio turístico “El Panecillo”. Tomado de: Google Earth.*

## Ubicación Geográfica

Tabla 13

Ubicación geográfica de “El Panecillo”. Adaptado de: Google Earth

Espacio turístico “El Panecillo”	
<b>Provincia</b>	Pichincha
<b>Cantón</b>	Quito
<b>Latitud</b>	00° 13' 49" S
<b>Longitud</b>	78° 31' 09" W
<b>Altura</b>	2986 msnm

### 3.1.3.3 Conformación

El espacio turístico “El Panecillo” se encuentra conformado por:

- 9 locales de artesanías
- 22 locales de comida
- 1 policía comunitaria
- 1 museo
- 1 baño público.
- 3 miradores
- Parqueaderos.



*Figura 52. Conformación del espacio turístico “El Panecillo”. Adaptado de: Google Earth*

**Reporte Fotográfico:**

*Figura 53. Locales de comida “El Panecillo”.*



*Figura 54. Locales de artesanías “El Panecillo”.*



*Figura 55. Baños públicos “El Panecillo”.*



*Figura 56. Museo “El Panecillo”.*

## **3.2 Alumbrado público en el “Panecillo”**

### **3.2.1 Situación actual**

El espacio turístico “El Panecillo” posee un alumbrado público muy eficiente en la actualidad, como se puede observar en la figura 80. Además, todas sus zonas de tránsito peatonal y vehicular tienen alumbrado público que permiten tener una buena visión para transitar por estos espacios durante horarios nocturnos.



*Figura 57. Mirador 3 vista hacia el Sur de Quito, horario diurno “El Panecillo”.*



*Figura 58. Mirador 3 vista hacia el Sur de Quito, horario nocturno. “El Panecillo”.*



*Figura 59. Tipo de luminaria LED utilizada en el alumbrado público de “El Panecillo”.*

El tipo de luminaria que utiliza el espacio turístico “El Panecillo” es de tipo LED, es la tecnología más actualizada, para iluminación interior y exterior.

### 3.2.2 Selección del lugar

Para seleccionar un lugar en el espacio turístico “El Panecillo” se ha realizado el Formato 1 “Selección del lugar” ubicado en los Anexos, el cual mediante una matriz de decisión que ha sido aplicada mediante varias visitas al lugar, ha permitido seleccionar el área ideal para poder aplicar el prototipo.

Como resultado final del Formato 1 “Selección del lugar” se tiene el área que se puede apreciar en la Figura 63.



*Figura 60. Espacio seleccionado mediante el Formato 1 “Selección del lugar”.*

### 3.3 Estimación de la carga

#### 3.3.1 Normativa

Luego de solicitar en el Servicio Ecuatoriano de Normalización el documento (RTE INEN 069 “Alumbrado Público”), se ha verificado que el reglamento no contiene información referente a los niveles exigidos de luminancia e iluminación en alumbrado público. Por esta razón se ha tomado como referencia el documento del país vecino la Republica de Colombia, del Ministerio de Minas y Energía el anexo general Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – Retilap.

En el capítulo 1 Sección 500 – Requisitos generales de diseño de alumbrado público. Sección 510 – Consideraciones técnicas del diseño del alumbrado público. Literal 510.3 Niveles exigidos de luminancia e iluminación en alumbrado público. Tabla 510.3 b. Fotometría mínima en áreas críticas distintas a vías vehiculares. Página 138 de 243. En este documento es considerado como figura 82.

Clasificación	Clase de iluminación	Iluminancia promedio (luxes)	Uniformidad general $U_o \geq \%$
Canchas múltiples recreativas	C0	50	40
Plazas y plazoletas	C1	30	33
Pasos peatonales subterráneos	C1	30	33
Puentes peatonales	C2	20	33
Zonas peatonales bajas y alledañas a puentes peatonales y vehiculares	C2	20	33
Andenes, senderos, paseos y alamedas peatonales en parques	C3	15	33
Ciclo-rutas en parques	C2	20	40
Ciclo-rutas, senderos, paseos, alamedas y demás áreas peatonales adyacentes a rondas de ríos, quebradas, humedales, canales y demás áreas distantes de vías vehiculares iluminadas u otro tipo de áreas iluminadas	C4	10	40

Tabla 510.3 b. Fotometría mínima en áreas críticas distintas a vías vehiculares.

*Figura 61 Fotometría mínima en áreas críticas distintas a vías vehiculares. (Ministerio de Minas y Energía CO, 2010)*

Esta tabla permite identificar la clase de iluminación siendo C3 con iluminancia promedio de 15 luxes.

### Simulación en software DIALux 4.13

En base al resultado estipulado por la normativa (iluminancia promedio 15 luxes) se procede a trabajar con el software Dialux, para simular la iluminación del lugar.

Para empezar, se importa el plano del lugar diseñado en AutoCAD en formato (dwg).

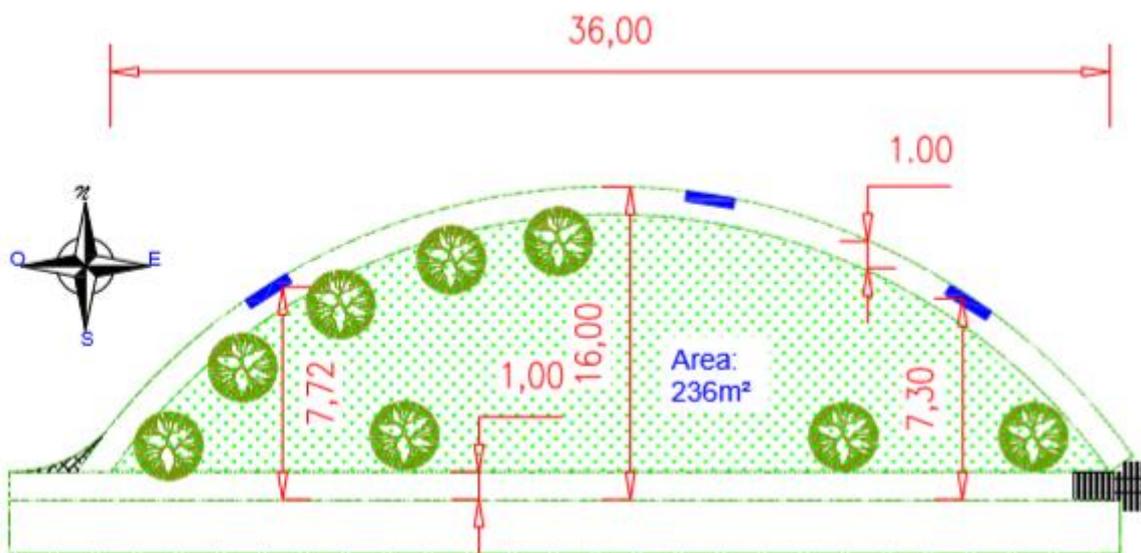
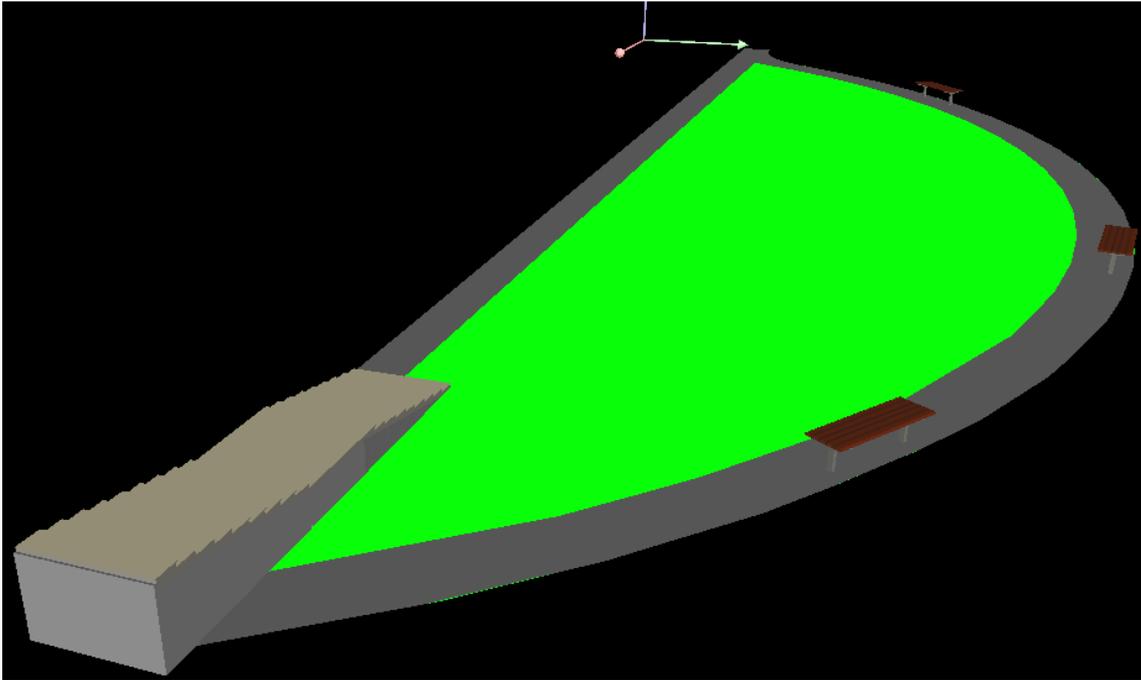


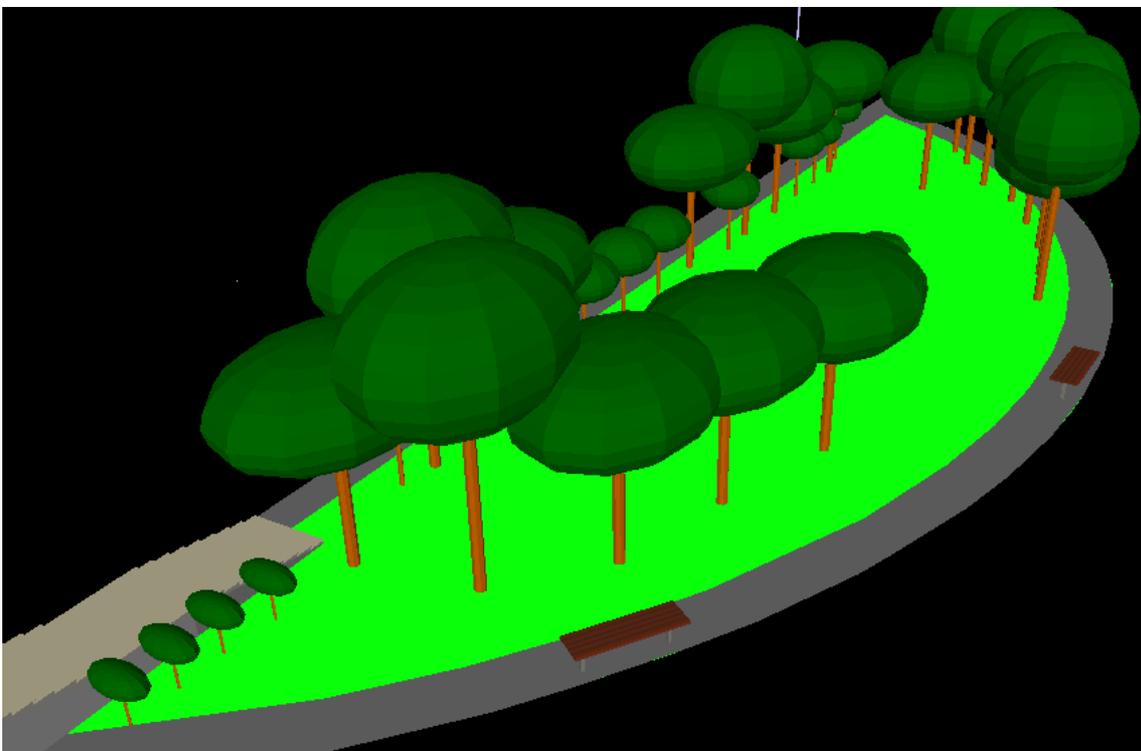
Figura 62 Plano del lugar seleccionado acotado, Autocad

Se procede a trabajar sobre este plano, generando los bordes del suelo, camineras, gradas y asientos.



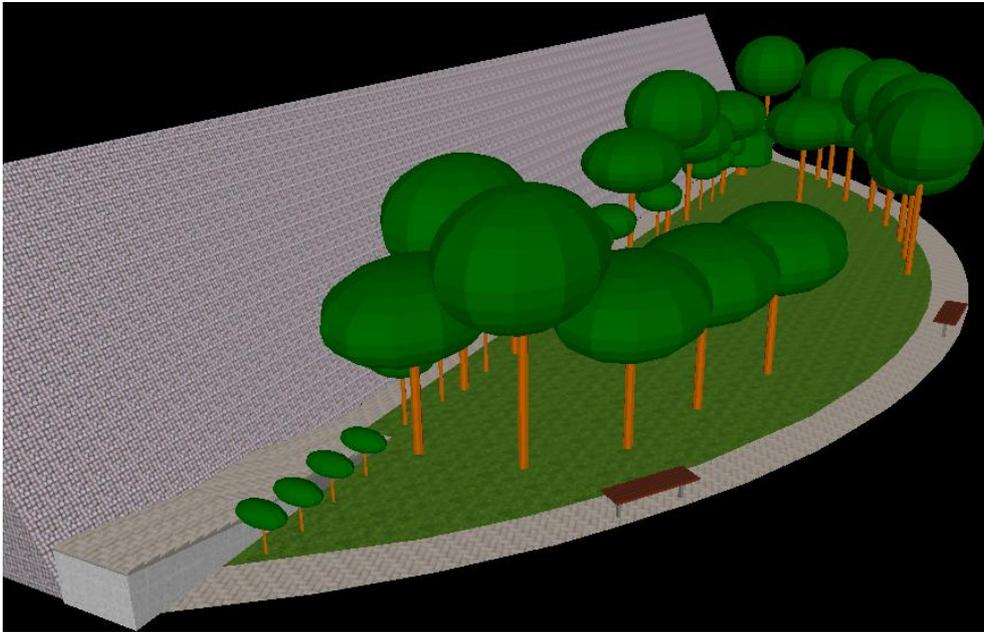
*Figura 63 Diseño en 3D piso, gradas. Software Dialux.*

Después se insertan todos los árboles que tiene el espacio.



*Figura 64 Diseño en 3D Arboles Software Dialux.*

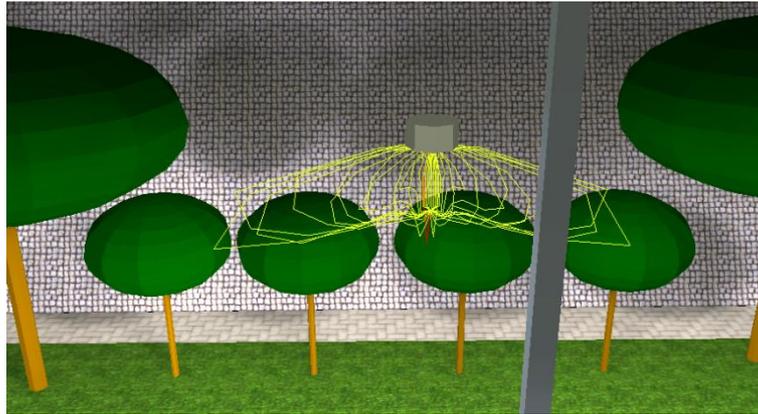
En el siguiente paso es insertar el muro de contención y se ubica el tipo de superficie que posee cada elemento.



*Figura 65 Diseño de muro de contención, texturas a los objetos. Software Dialux.*

Una vez listo el diseño del espacio que vamos a iluminar, se procede a ubicar diferentes tipos de luminarias que permitan cumplir con la normativa de tener un promedio de 15 luxes para el tránsito de peatonal.

La luminaria que ha permitido tener una iluminación bien distribuida y que cumpla con la normativa como muestra la figura, es una luminaria aérea de marca Osram con potencia 14.5W y tres luminarias de piso marca Proled con potencia de 2.8W.



*Figura 66 Luminaria aérea.*



*Figura 67 Luminarias de piso*



*Figura 68 Vista frontal del proyecto iluminado*

### 3.3.2 Recurso Natural

#### Solar

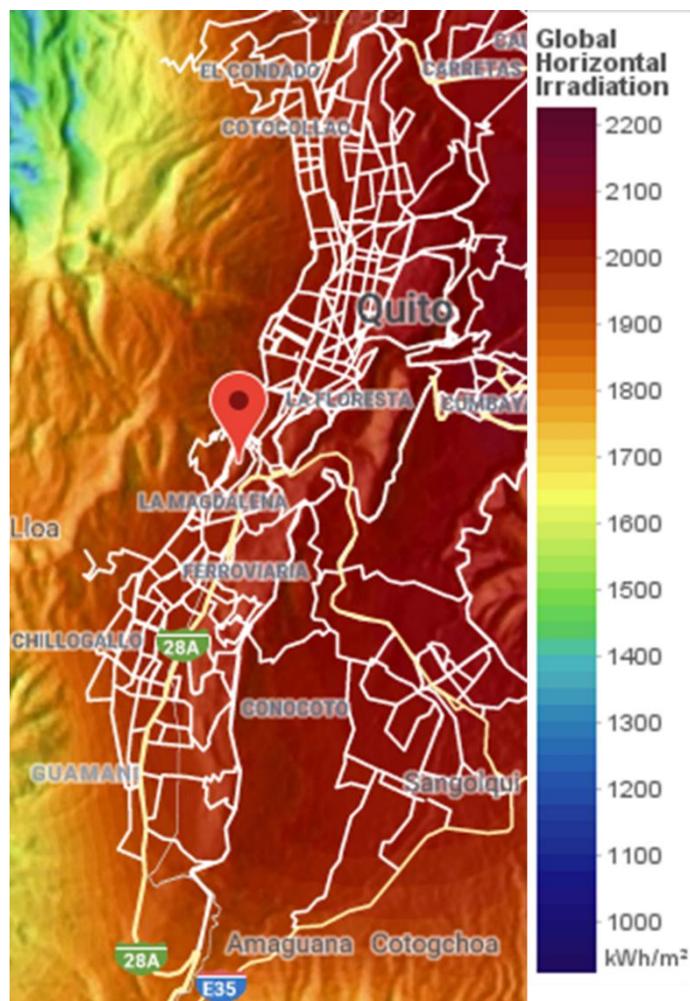


Figura 69. Radiación Solar Global “El Panecillo”.

(iMaps©2016SolargisData, 2016)

Tabla 14

Datos de Recurso Solar de “El Panecillo”. Adaptado de:  
(iMaps©2016SolargisData, 2016)

Radiación Solar	
Global horizontal	2002 kWh/m <sup>2</sup> año
Difusa horizontal	819 kWh/m <sup>2</sup> año
Directa horizontal	1733 kWh/m <sup>2</sup> año
Temperatura	10.3°C

## Eólico

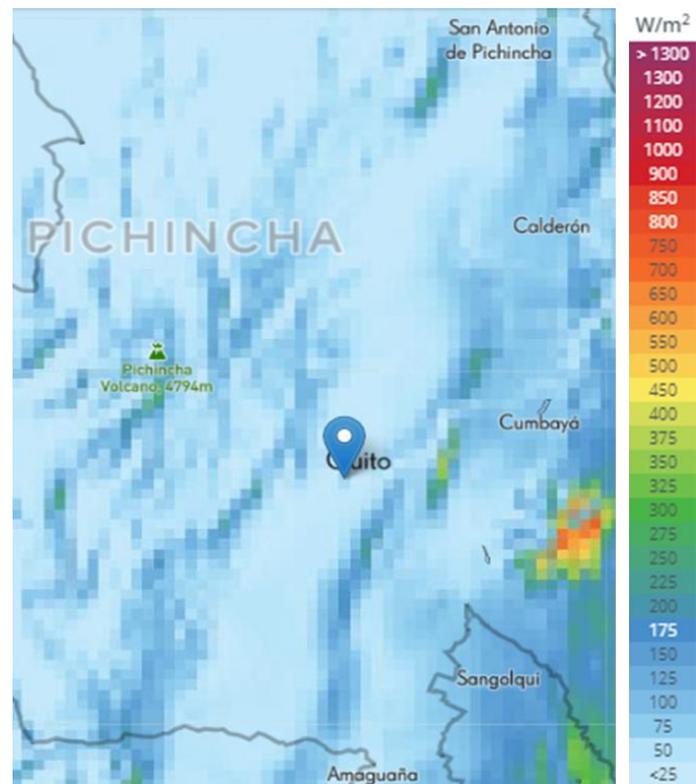


Figura 70. Densidad de potencia eólica “El Panecillo”. (GWA2.3©2018, Global Wind Atlas, 2018)

Tabla 15

Datos de recurso eólico de “El Panecillo”. Adaptado de: (GWA2.3©2018, Global Wind Atlas, 2018).

Información Eólica	
Densidad de potencia	222 $\text{W/m}^2$ o 1944 $\text{kWh/m}^2$ año
Velocidad	4.51 m/s
Altura	50 m

### 3.3.3 Consumo energético sostenible

El almacenamiento de energía producida por fuentes renovables (solar y eólica) en baterías, tiene un gran dilema con respecto al futuro, estos equipos una vez que cumplen su vida de utilidad es muy complicado poder reciclarlos.

Para 2030, distintos organismos pronostican un aumento que multiplica por 25 el volumen actual de baterías en el mercado. Los automóviles serán, con mucho, los mayores usuarios de baterías de ion litio del mundo, muy por encima de los teléfonos móviles. Y en 2040 más de la mitad de las ventas de automóviles nuevos y cerca de un tercio de la flota mundial (unos 559 millones de vehículos) serán eléctricos. (©2017HearstEspaña, 2018). Un gigante en la industria de automóviles eléctricos, Tesla, trabaja desde el 2011 con la empresa belga Umicore la cual maneja un sistema de reciclaje de baterías de ion de litio mediante un circuito cerrado, es decir las transforman en productos y subproductos de materia totalmente reutilizable.

Es por eso que se ha considerado utilizar un sensor de movimiento, dimerizable que se conecte a la luminaria para evitar que esta se mantenga encendida durante toda la noche, lo que prolongará la vida útil de la batería.

#### **Cálculo del periodo de encendido de la luminaria**

Para realizar este cálculo es necesario tomar en cuenta varios factores, el horario nocturno está establecido en el lapso entre 18:30 a 06:30 es decir 12 horas, el dimensionamiento siempre se lo realiza considerando el peor escenario.

Adicional al uso de sensor de movimiento, con regulación de nivel de luz, se estima que la cantidad de horas necesarias para el dimensionamiento de los equipos será 10 horas, considerando que el prototipo pueda funcionar durante 2 días de autonomía.

### 3.4 Dimensionamiento

#### 3.4.1 Dimensionamiento de los equipos

Para dimensionar los componentes se puede utilizar una herramienta digital (Calculadora Solar) de la página Delta Volt. Para usar esta herramienta es necesario conocer los siguientes datos (los datos que no apliquen en nuestro prototipo serán llenados con el valor de 0):

- Cantidad de luminarias en el sistema. (1 unidad)
- Potencia de cada luminaria. (14.5 W)
- Horas de uso por día. (10 horas)
- Cantidad de dispositivos móviles (2)
- Potencia de carga (10W)
- Horas de uso por día. (4 horas)
- ¿Se necesita 220V? este requiere un inversor. (NO)
- ¿Voltaje de las baterías? Para pequeños sistemas 12V o 24V (12V)
- Días de autonomía, sin cargar las baterías. (2)
- Carga mínima de la batería permisible en %. (65%)
- Radiación solar de lugar en KWh/m<sup>2</sup> por día. (5.4)
- Perdida del sistema en % varía según la calidad de equipos, cables usados etc. (16)



Inicio Energías Renovables **Calculadora Solar** Atlas Solar y Eólico Productos Tiempo Actual Contacto

## Calculadora para Dimensionar Sistemas Solares Fotovoltaicos

Por favor, llenar los siguientes campos según sus requerimientos:

1. Luz (cantidad de focos):

- Potencia de cada foco (W): un foco ahorrador tiene entre 7 y 12W, LEDs menos

- Horas de uso por día:  ▼

2. Radio(s):

- Potencia en Watts - W (no Voltios!): usualmente indicado al dorso del aparato

- Horas de uso por día:  ▼

3. Televisor(es):

- Potencia en Watts (W): según tamaño varia mucho, indicado al dorso del aparato

- Horas de uso por día:  ▼

4. Consumidores adicionales (por ejemplo refrigeradora, bomba de agua):

- Potencia en Watts (W):

- Horas de uso por día:  ▼

5. Otros consumidores (por ejemplo ventilador):

- Potencia en Watts (W):

- Horas de uso por día:  ▼

⇒ Se necesita 220V? este requiere un inversor  ▼

⇒ Voltaje de las baterías? para pequeños sistemas 12V o 24V, para grandes 48V o más  ▼

⇒ Días de autonomía (sin cargar las baterías)? por seguridad, si no hay sol o por otra razón  ▼

⇒ Carga mínima de baterías permisible en % (SOC): menos de 60% solamente con baterías de primera!  ▼

⇒ Radiación solar del lugar en kWh/m<sup>2</sup> por día: para Perú vea el Atlas Solar  ▼

⇒ Pérdida del sistema en %: varía según calidad de equipos, cables usados, etc.  ▼

-> Calcular

Figura 71 Calculadora de sistemas aislados de red. (©2010-2019-DeltaVoltSAC, 2010)

Luego de presionar el botón de calcular, se obtienen los siguientes resultados:



[Inicio](#) [Energías Renovables](#) [Calculadora Solar](#) [Atlas Solar y Eólico](#) [Productos](#) [Tiempo Actual](#) [Contacto](#)

## Calculadora para Dimensionar Sistemas Solares Fotovoltaicos

---

### Los Resultados:

Fecha: 22 Jan 2019, 11:39

Su Consumo por día es de **309 Wh** y se requiere:

- ⇒ **Módulos Solares con una Potencia de: 80 Vatios (Wp) o más**
- ⇒ **Batería(s) con una Capacidad de: 100 Ah a 12 Voltios (V)**
- ⇒ **Un Controlador Solar con mínimo: 7 Amperios (A)**

*Figura 72 Resultados de calculadora de sistemas aislados de red.  
(©2010-2019-Delta VoltSAC, 2010)*

### 3.5 Entregables

#### “Guía de implementación del prototipo”

##### Proceso de la implementación

Estos son los pasos que se deben seguir para implementar el prototipo:

##### 1. Selección del espacio

Luego de aplicar el “formato 1” matriz de decisión para elegir un área que cumpla los parámetros indicados en él mismo, tenemos como resultado un jardín ubicado al lado norte del espacio turístico “El Panecillo” con área de **236m<sup>2</sup>**, sobre el cual trabajaremos su iluminación.

##### 2. Estimación de la carga

Se realiza simulaciones usando el software DIALux 4.13 para conseguir el objetivo de iluminar el área seleccionada a 15 luxes como recomienda la norma. El resultado de esta simulación recomienda una lámpara de 14 W para la iluminación elevada y 8.4 W para la iluminación de piso, dentro del catálogo del software está lámpara de marca Osram con potencia de **14.5W**, y tres lámparas de piso de marca Proled con potencia de **2.8W** que cumplen, en los anexos se pueden encontrar sus fichas técnicas.

##### 3. Energía Disponible

En base a los datos obtenidos mediante el uso herramientas digitales como SolargisData y Global Wind Atlas nos han permitido conocer el recurso energetico que posee el lugar seleccionado.

Recurso solar radiacion global horizontal (**2002 kWh/m<sup>2</sup> año**).

Recurso eolico densidad de potencia (**1944 kWh/m<sup>2</sup> año**).

##### 4. Cantidad de horas de consumo

Se procede a calcular el periodo de funcionamiento de luminarias y otras cargas, considerando el peor escenario en el que tendrá que funcionar el prototipo, teniendo el siguiente resultado:

- Luminaria aérea (14.5W) = **10** Horas de iluminación
- Luminaria de piso (2.8 W) = **10** Horas de iluminación
- Cargador de dispositivos móviles (10 W) = **4** Horas de carga

## 5. Calculadora para sistemas aislados de red

Luego de calcular las horas de funcionamiento del prototipo, procedemos a utilizar la página web (<https://deltavolt.pe/calculo-solar>) la cual nos permite dimensionar cada equipo mediante el ingreso de los siguientes datos:



**Delta Volt**

Inicio Energías Renovables **Calculadora Solar** Atlas Solar y Eólico Productos Tiempo Actual Contacto

Calculadora para Dimensionar Sistemas Solares Fotovoltaicos

*Datos usados para la calculación:*

- 1 foco(s) con de 14.5W cada uno, usado durante 10 horas al día.
- 0 radio(s) usado durante 6 horas al día.
- 0 televisor(es) usado durante 3 horas al día.
- 3 consumidor(es) adicional con 2.8W (cada uno), usado durante 10 horas al día.
- 2 consumidor adicional con 10W (cada uno), usado durante 4 horas al día.
- no se requiere un inversor.
- 12V es el voltaje de su sistema.
- 2 día(s) es la autonomía.
- 65% es la carga mínima (SOC) de la(s) batería(s).
- 5.4kWh/m<sup>2</sup> es el promedio anual de la radiación solar.
- 16% es la pérdida del sistema.

*Figura 73 Datos usados para cálculo de sistemas aislados de red. (©2010-2019-Delta VoltSAC, 2010)*

Una vez ingresado todos los valores, la página genera un resultado óptimo del dimensionamiento de cada equipo.

*Tabla 16*

*Resultado del dimensionamiento de los equipos.*

<b>Resultado del dimensionamiento</b>	
Luminaria 1	14.5 W
Luminaria 2	2.8 W
Panel Solar	30 W / 12V
Aerogenerador	50 W / 12 V
Baterías	100 Ah / 12V
Controlador Solar	10 A / 12V
Controlador Eolico	400W / 12V

## Listado de Equipos

Una vez generado el dimensionamiento de los equipos que se van a utilizar para la integración de nuestro prototipo, procedemos a detallar cada uno de ellos.

- Luminaria
- Luminaria de piso
- Panel Solar
- Aerogenerador
- Regulador Solar
- Regulador Eólico
- Batería
- Poste
- Sensor de movimiento
- Tablero
- Accesorios dentro del tablero
  - Fusibles
  - Diodos de bloqueo
  - Riel DIN
  - Borneras
  - Brazo de extensión para luminaria

## Luminaria



*Figura 74. Large Bell Led Generation 3 marca OSRAM.  
(©2019, OSRAM GmbH., 2018).*

*Tabla 17  
Resumen de especificaciones técnicas luminaria aérea.*

<b>Especificaciones técnicas Luminaria</b>	
Potencia	27.3W
Rango de lúmenes	3180 lm
Eficiencia luminosa	117 lm/W
Color temperatura	4000K
Índice de protección	IP
Diametro	53cm
Altura	69.5cm
Peso	7.8kg

## Luminaria de piso



Figura 75. Spot Light marca PROLED. (©MBNGmbH, 2018)

Tabla 18

Resumen de especificaciones técnicas luminaria de piso.

<b>Especificaciones técnicas Luminaria</b>	
Potencia	2.8 W
Rango de lúmenes	160 lm
Color temperatura	3000 K
Índice de protección	IP68
Longitud	8cm
Altura	8cm

## Panel Solar



Figura 76. Panel Solar de marca Newpowa. (©1996-2019, Amazon.com, 2019)

Tabla 19  
Resumen de especificaciones técnicas Panel Solar.

Especificaciones técnicas Panel Solar	
Tipo	Silicon Monocristalino
Numero de celdas	36 (2x18)
Potencia de salida max.	30 W
Voltaje de funcionamiento	12V
Voltaje MPP (V)	17,20 V
Corriente MPP (A)	1,74 A
Dimensiones	67,5cm x 35,7cm x 2,8cm
Peso	2,86 kg

## Aerogenerador



Figura 77. Microgenerador de marca Higoo. (©1996-2019, Amazon.com, 2019)

Tabla 20  
Resumen de especificaciones técnicas Aerogenerador.

<b>Especificaciones técnicas Aerogenerador</b>	
Potencia	50 W
Voltaje	AC 12V
Corriente	4.4A
Velocidad	1050r/m
Max potencia	65W
Numero de hélices	3
Velocidad inicial del viento	3 m/s
Velocidad del viento de conexión	3.5 m/s
Velocidad del viento de corte	15 m/s
Protección exceso de velocidad	Freno electromagnético
Motor	Trifásico
Dimensiones de empaque	61cm x 26cm x 21cm
Peso	3.5kg

## Controlador Solar



Figura 78 Regulador Solar marca PowMr. (©1996-2019, Amazon.com, 2019)

Tabla 21  
Resumen de especificaciones técnicas controlador solar.

<b>Especificaciones técnicas Controlador solar</b>	
Voltaje de batería	DC 12V/24V Auto
Corriente de carga	10A
Potencia Max de Entrada	120 W (12V) / 240W (24V)
Dos puertos USB	5V/3A
Voltaje bajo de desconexión	10.7 V
Voltaje bajo de reconexión	12.6 V

## Regulador Eólico



Figura 79. Regulador eólico marca Yosoo. (©1996-2019,Amazon.com, 2019)

Tabla 22

Resumen de especificaciones técnicas controlador eólico.

Especificaciones técnicas Regulador Eolico	
Voltaje de batería	DC 12V
Corriente de carga	10A
Potencia Max de Entrada	400 W
Peso	242g

## Batería



Figura 80 Batería de Gel ciclo profundo marca Renogy, (©1996-2019, Amazon.com, 2019).

Tabla 23

Resumen de especificaciones técnicas batería.

Especificaciones técnicas Batería	
Tipo	AGM (Gel)
Ciclo	Ciclo Profundo
Voltaje	12V
Corriente	100 Ah
50% Vida por ciclos	1100 ciclos
Dimensiones	33.5cm x 17.2cm x 21.59cm
Peso	27.21 kg

## Poste



*Figura 81. Poste metálico galvanizado fabricado en Quito. (©1999-2019MercadoLibreEcuadorCia.Ltda., 2019).*

*Tabla 24*

*Resumen de especificaciones técnicas poste de acero.*

<b>Especificaciones técnicas Poste</b>	
Material	Acero Galvanizado
Forma	Hexagonal
Largo	7,50m
Diámetro de la base	18cm
Diámetro en la cima	13cm
Carga admisible	500daN

## Sensor de movimiento dimerizable



Figura 82. Sensor de movimiento dimerizable marca Merrytek. (©1996-2019,Amazon.com, 2019)

Tabla 25  
Resumen de especificaciones técnicas sensor de movimiento dimerizable.

Especificaciones Sensor de movimiento dimerizable	
Potencia	1.5W
Tiempo al 100% luz	5s a 30min
Sensor luz de día	50,100,200 lux Disable
Periodo de espera con %< 100% luz	5s a 1h
Nivel de luz	10,20,30,50%
Altura	15m Max
Angulo apertura	150° pared, 360° techo

## Tablero



Figura 83 Tablero para instalaciones exteriores. (©1996-2019, Amazon.com, 2019)

Tabla 26

Resumen de especificaciones técnicas tablero de control.

Especificaciones Tablero	
Dimensiones	60cm x 40cm x 25cm
Material	Acero
Índice de protección	IP65
Espesor de placa	2mm

## Accesorios:

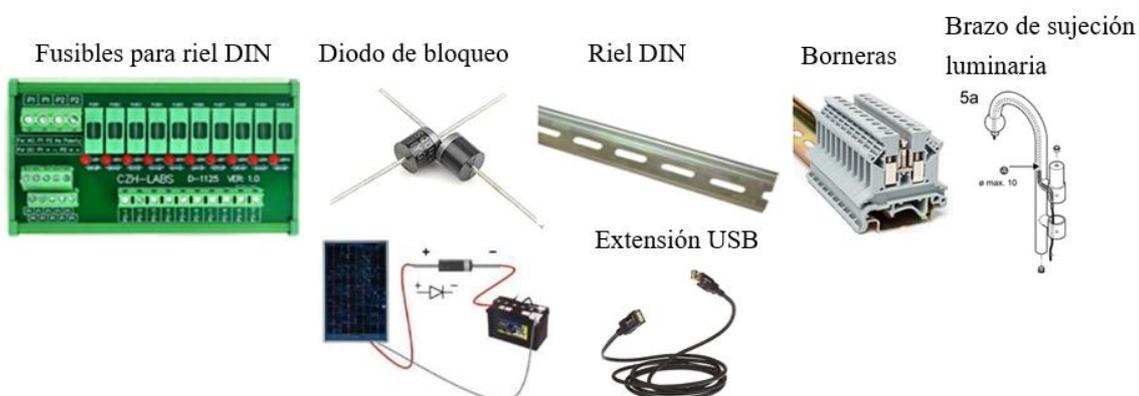


Figura 84 Accesorios para ejecutar la implementación. (©1996-2019, Amazon.com, 2019)

## Diagrama de conexión

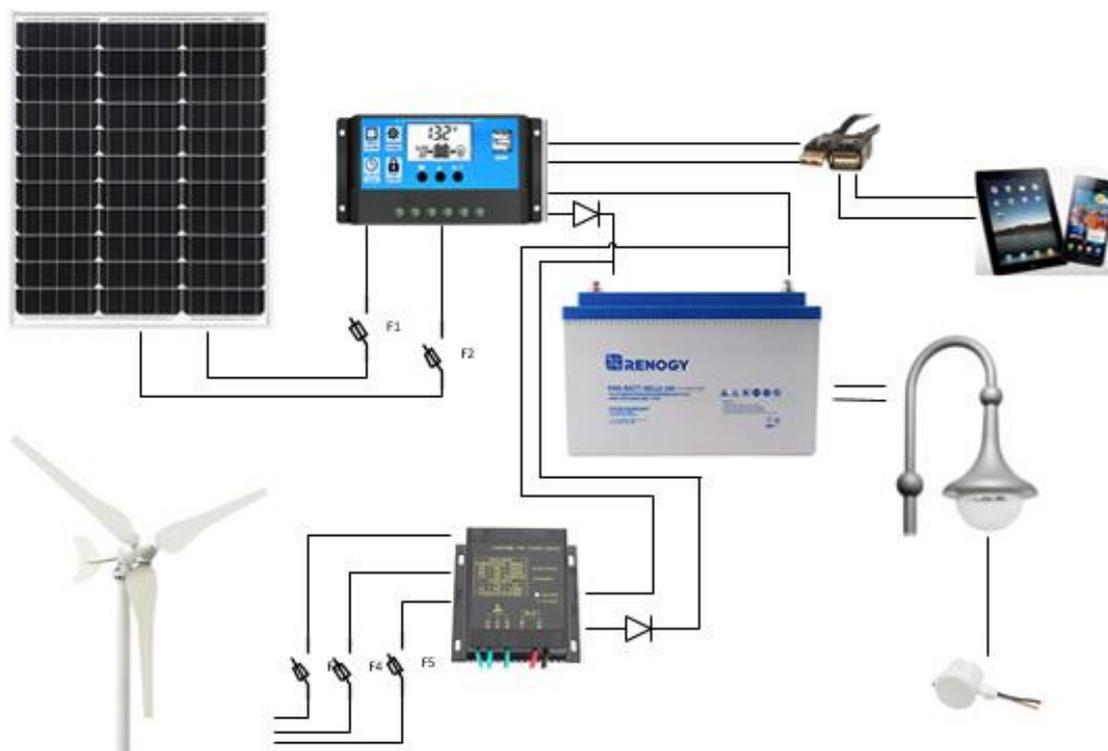


Figura 85 Diagrama de conexión.

## Diagrama de flujo

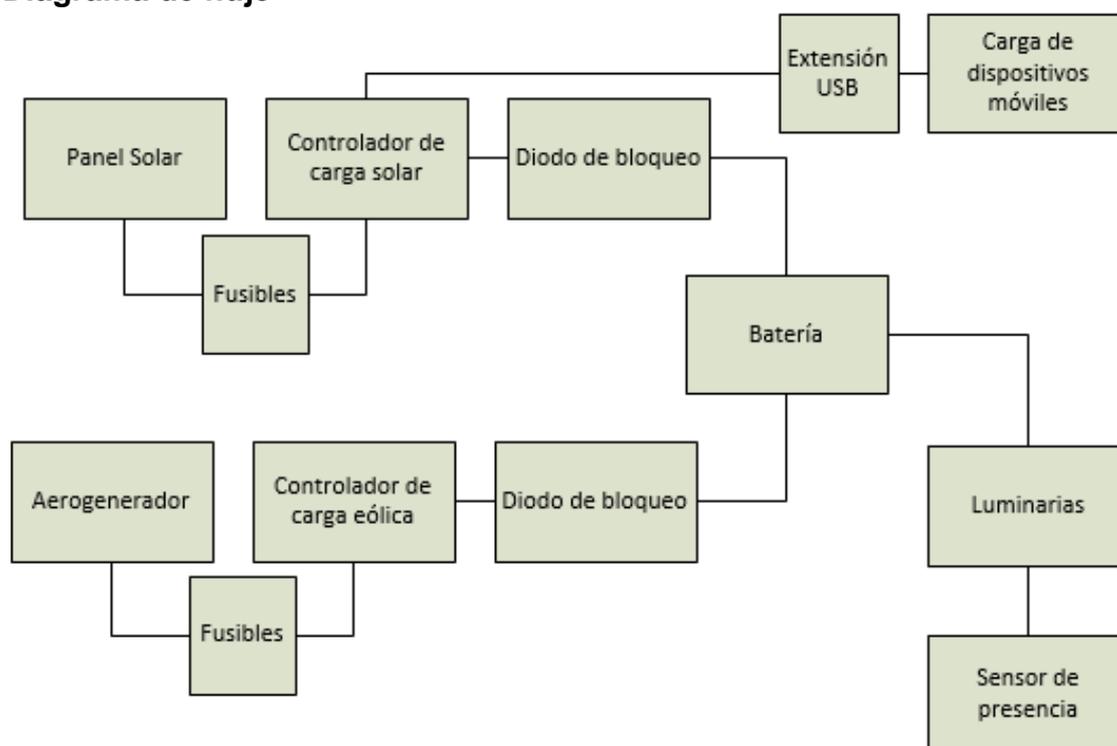
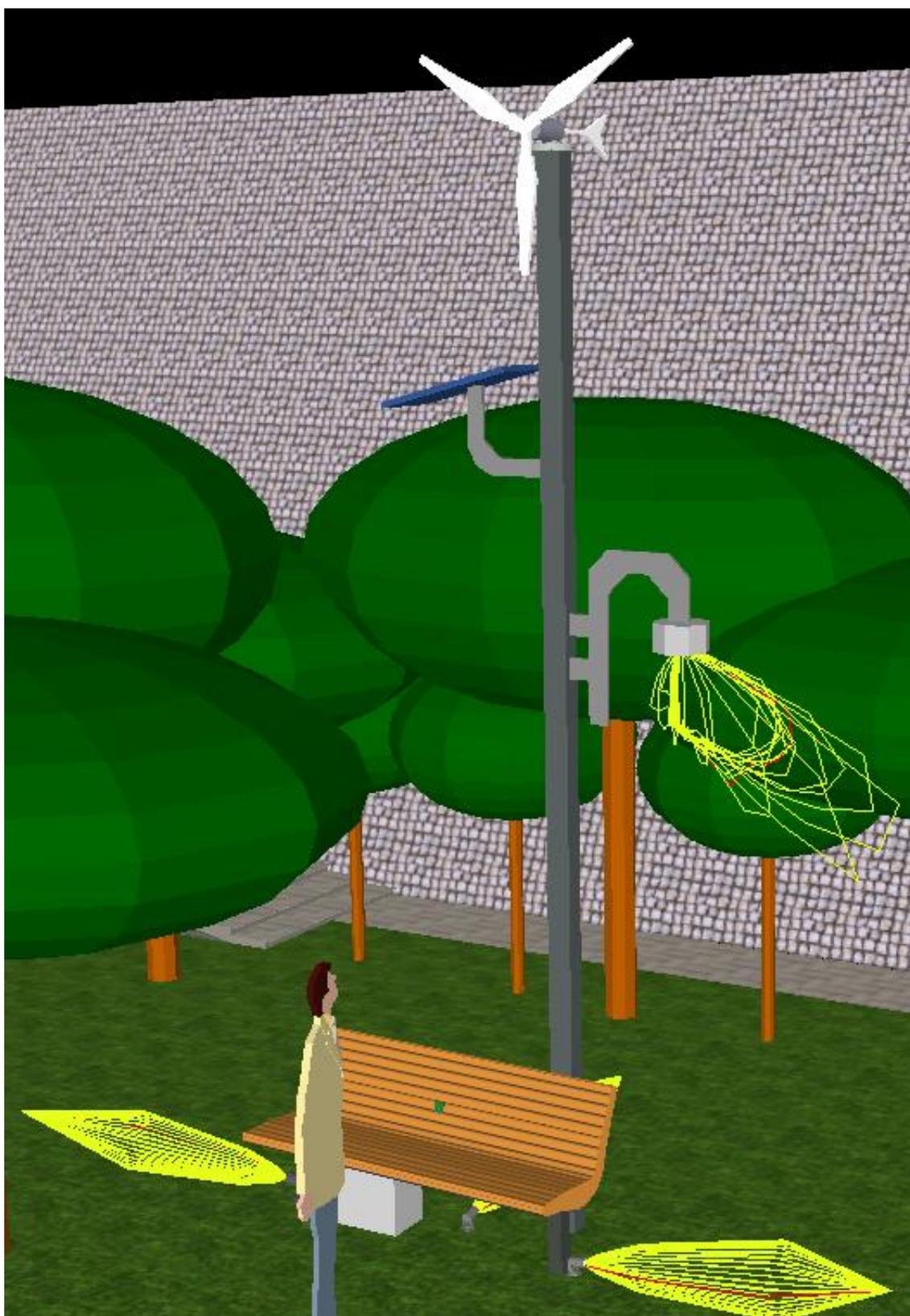


Figura 86 Diagrama de flujo

**“Planos finales”****Prototipo**

*Figura 87 Vista del prototipo en funcionamiento.*



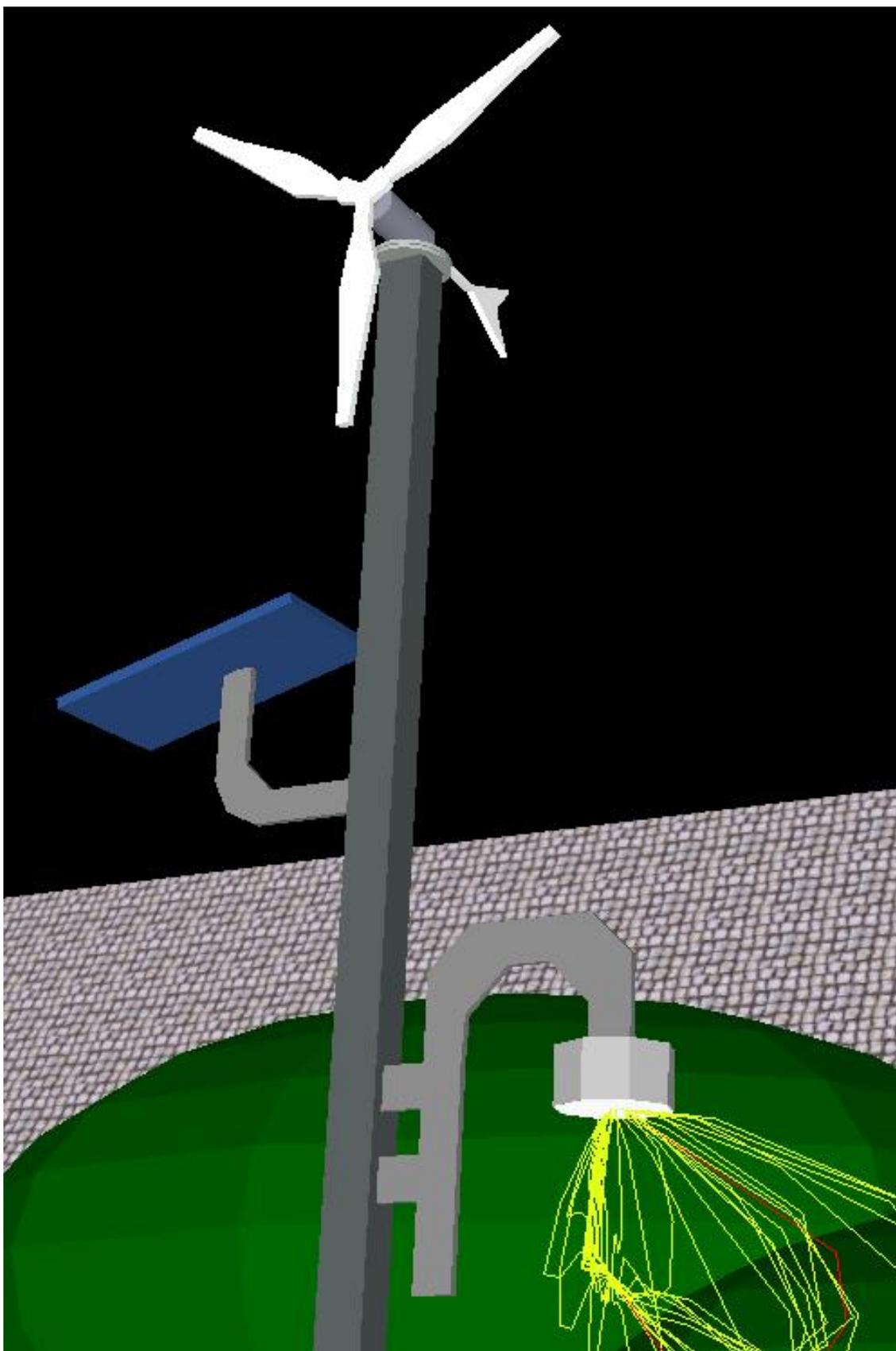
*Figura 88 Vista del prototipo en funcionamiento.*



*Figura 89 Vista del prototipo en funcionamiento.*



*Figura 90 Vista del prototipo en funcionamiento.*



*Figura 91 Vista del prototipo en funcionamiento*



*Figura 92 Vista del prototipo en funcionamiento*

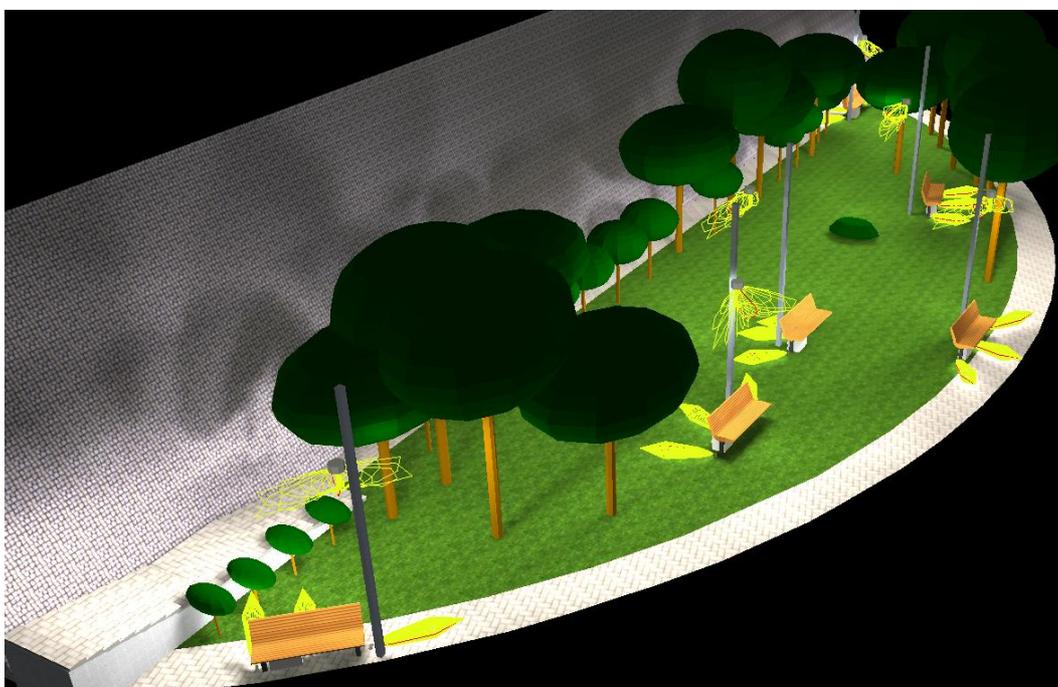
## Simulación del proyecto en funcionamiento

Vista luminarias apagadas



*Figura 93 Vista del proyecto en funcionamiento*

Vista luminarias encendidas



*Figura 94 Vista del proyecto en funcionamiento*

## Colores falsos

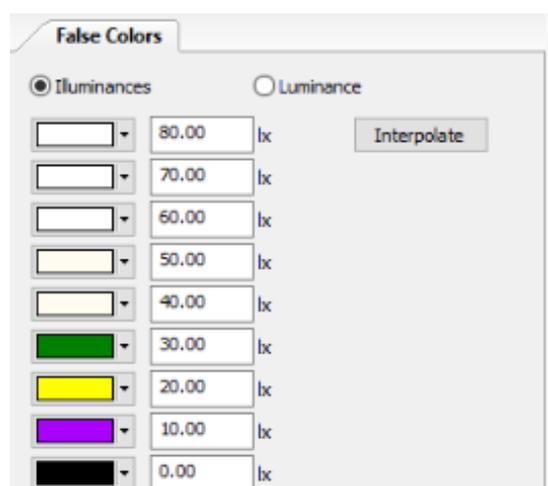


Figura 95 Tabla de colores falsos

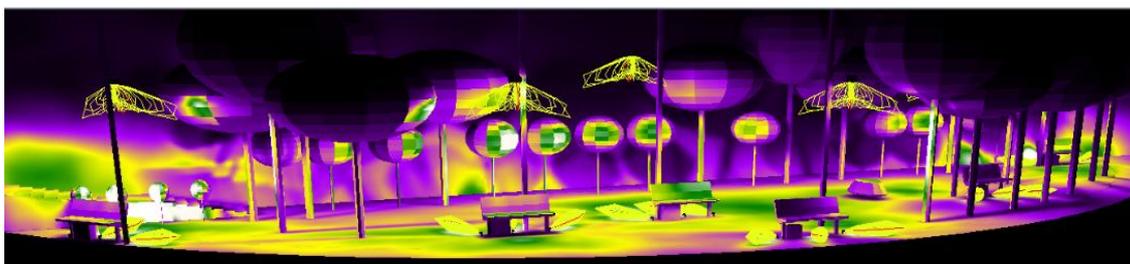


Figura 96 Vista de colores falsos del proyecto en funcionamiento

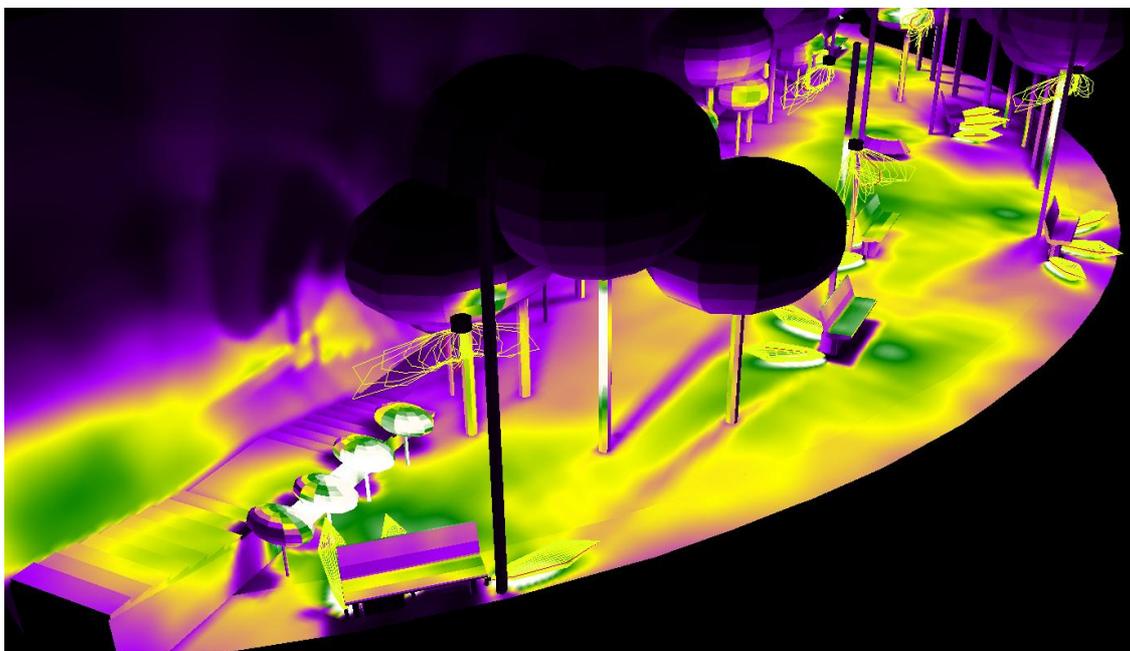
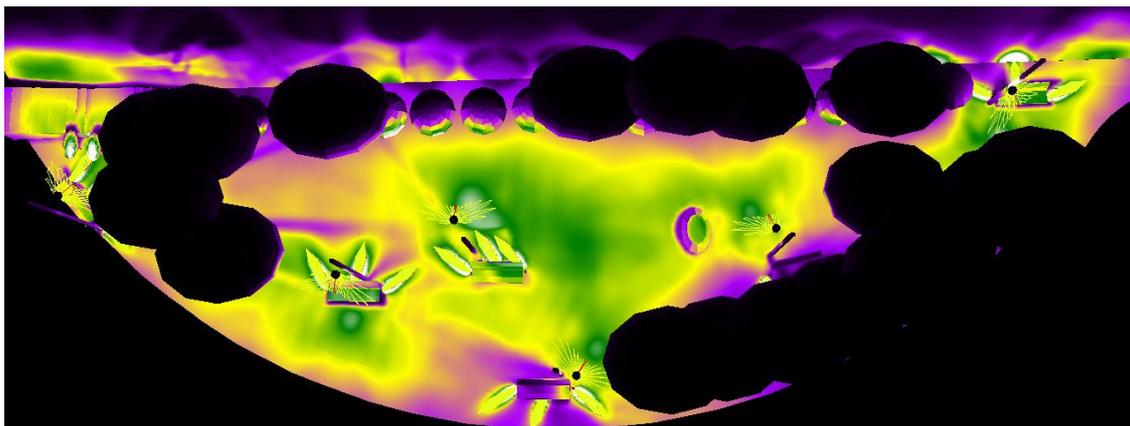
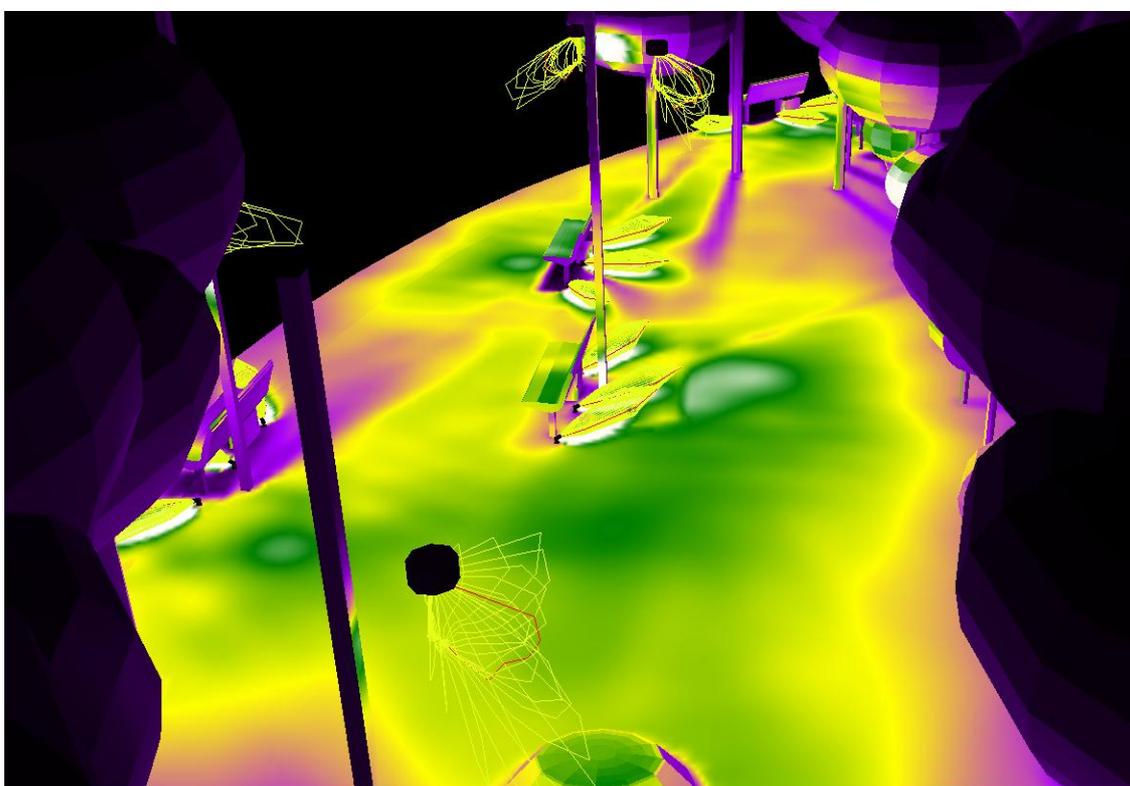


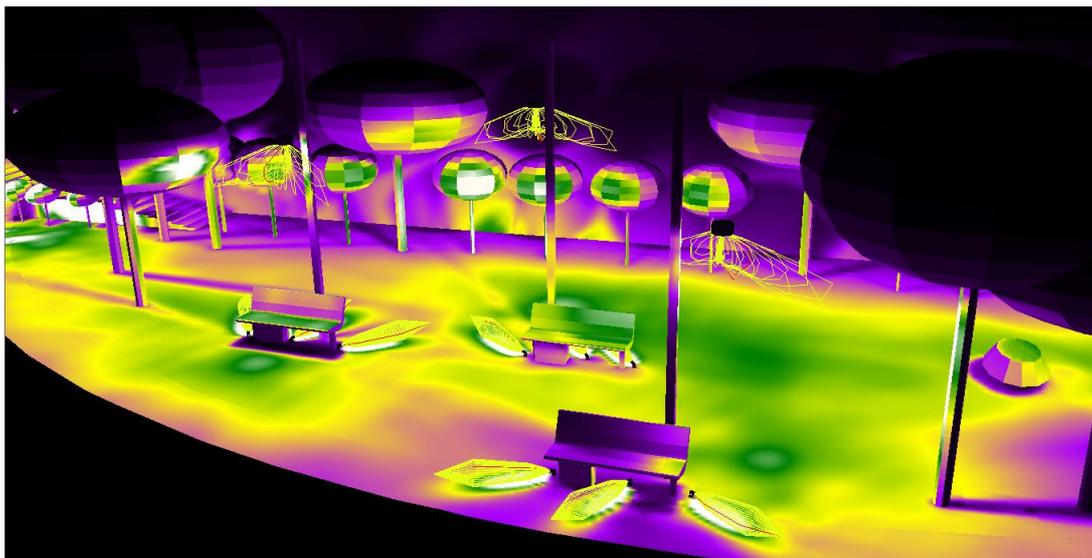
Figura 97 Vista de colores falsos del proyecto en funcionamiento



*Figura 98 Vista de colores falsos del proyecto en funcionamiento*



*Figura 99 Vista de colores falsos del proyecto en funcionamiento*



*Figura 100 Vista de colores falsos del proyecto en funcionamiento*

### 3.6 Análisis de Beneficios

#### 3.6.1 Económico

##### 3.6.1.1 Costos de inversión inicial de sistema conectado a red y aislado de red

*Tabla 27*

*Costo sistema conectado de red.*

<b>Sistema conectado a la red</b>	
<b>Equipos</b>	<b>\$ (USD)</b>
Luminaria	45.00
Luminaria de piso (3)	15.00
Cable	6.66
Instalación (punto de luz)	12,00
Poste (incluye instalación)	100.00
Sensor de movimiento	33.00
<b>TOTAL</b>	<b>212.00</b>

A continuación, se detalla una lista con el precio de cada equipo, estos valores han sido considerados en la página web [www.amazon.com](http://www.amazon.com)

*Tabla 28*  
*Costo sistema aislado de red*

<b>Sistema aislado de red</b>	
<b>Equipos</b>	<b>\$ (USD)</b>
Luminaria	45.00
Luminaria de piso (3)	15.00
Panel Solar	46.00
Aerogenerador	110.00
Regulador Solar	11.00
Regulador Eólico	23.00
Batería	226.00
Poste (incluye instalación)	100.00
Sensor de movimiento	33.00
Tablero	53.00
<b>Sub total</b>	<b>662.00</b>
<b>Accesorios dentro del tablero</b>	
Fusibles	12.00
Diodos de bloqueo	6.00
Riel DIN	9.00
Borneras	10.00
Brazo de extensión para luminaria	15.00
<b>Subtotal</b>	<b>52.00</b>
<b>TOTAL</b>	<b>714.00</b>

### Costo por consumo de energía anual

**Sistema conectado a la red:** Para conocer cuál es el costo de energía de alumbrado público, debemos tomar en cuenta lo siguiente:

- Consumo mensual de la luminaria (kWh/mes)
- Numero de luminarias
- Precio por kWh de alumbrado publico
- Numero de meses de uso al año

Tabla 29

Costo de energía anual para luminaria aérea.

Luminaria Aérea			
Tipo	Formula	Aplicación	Resultado
Consumo mensual luminaria	C.m.l = Potencia luminaria * horas de uso * días de uso	C.m.l = 14.5 W * 10 horas * 30 días	C.m.l = 4,35 kWh/mes
Numero de luminarias	-----	-----	L. aéreas = 6 u
Precio por kWh alumbrado publico	-----	-----	USD 0,089
Meses de uso			12 meses
<b>COSTO ENERGÍA ANUAL</b>	<b>COSTO ENERGÍA ANUAL = costo mensual * # luminarias * precio por kWh * meses de uso</b>	Costo energía anual = 4,35kWh/mes * 6u * 0,089 USD * 12 meses	USD 27,87

Tabla 30  
Costo de energía anual para luminaria de piso.

<b>Luminaria de Piso</b>			
<b>Tipo</b>	<b>Formula</b>	<b>Aplicación</b>	<b>Resultado</b>
<b>Consumo mensual luminaria</b>	$C.m.l = \text{Potencia luminaria} * \text{horas de uso} * \text{días de uso}$	$C.m.l = 2.8 \text{ W} * 10 \text{ horas} * 30 \text{ días}$	$C.m.l = 0,84 \text{ kWh/mes}$
<b>Numero de luminarias</b>	-----	-----	L. de piso = 18 u
<b>Precio por kWh alumbrado publico</b>	-----	-----	USD 0,089
<b>Meses de uso</b>			12 meses
<b>COSTO ENERGÍA ANUAL</b>	$\text{COSTO ENERGÍA ANUAL} = \text{costo mensual} * \# \text{ luminarias} * \text{precio por kWh} * \text{meses de uso}$	$\text{Costo energía anual} = 0,84 \text{ kWh/mes} * 18 \text{ u} * 0,089 \text{ USD} * 12 \text{ meses}$	USD 16,14

Tabla 31  
Costo del consumo general de energía anual luminarias.

<b>Luminaria Aérea y de Piso</b>			
<b>Tipo</b>	<b>Formula</b>	<b>Aplicación</b>	<b>Resultado</b>
<b>Consumo general de luminarias</b>	$\text{Consumo general de luminarias} = \text{Costo energía anual L. aérea} + \text{Costo energía anual L. de piso.}$	$\text{Consumo general de luminarias} = 27,87 \text{ USD} + 16,14 \text{ USD}$	USD 44,00

**Sistema aislado de red:** Debido a que este sistema es autónomo, no genera ningún consumo a la red de la empresa eléctrica de Quito.

Costo general de energía anual = USD 0,00

### 3.6.1.2 Mantenimiento

Para calcular el mantenimiento anual se debe considerar los siguientes porcentajes:

- Sistemas conectados a la red el 9 % de la inversión inicial cada año.
- Sistemas aislados de red el 1 % de la inversión inicial

Tabla 32

Costo de mantenimiento proyección a 20 años.

Año	Sistema conectado		Sistema aislado	
	Inversión Inicial	Costo Mantenimiento	Inversión Inicial	Costo Mantenimiento
0	212,00	0,00	714,00	0,00
1		19,08		7,14
2		19,08		7,14
3		19,08		7,14
4		19,08		7,14
5		19,08		7,14
6		19,08		7,14
7		19,08		7,14
8		19,08		7,14
9		19,08		7,14
<b>*10</b>		19,08		<b>*250,00</b>
11		19,08		7,14
12		19,08		7,14
13		19,08		7,14
14		19,08		7,14
15		19,08		7,14

16		19,08		7,14
17		19,08		7,14
18		19,08		7,14
19		19,08		7,14
20		19,08		7,14
<b>Total</b>		<b>362,52</b>		<b>378,52</b>

Es necesario conocer que se ha considerado la vida útil de la batería en base a sus especificaciones técnicas, siendo obligatorio reemplazarla por una nueva a los 10 años de funcionamiento.

*Tabla 33*

*Comparación de costos en sistema conectado y aislado de red.*

<b>Proyección a 20 años</b>	<b>Sistema conectado</b>	<b>Sistema aislado</b>
Inversión Inicial	USD 212,00	USD 714,00
Mantenimiento	USD 363,00	USD 379,00
Consumo energía anual	USD 880,00	USD 0,00
<b>Total</b>	<b>USD 1455,00</b>	<b>USD 1093,00</b>

### 3.6.2 Social

#### 3.6.2.1 Apropriación del espacio publico

En Quito existen espacios turísticos que están siendo subutilizados, una de las razones es la falta de iluminación que permita la visibilidad constante en

horario nocturno, produciendo problemas sociales como inseguridad, temor en sus visitantes y promoviendo la delincuencia. Si mejoramos esta condición, podremos utilizar la apropiación de espacio público para crear un sentimiento de pertenencia en los visitantes nacionales o extranjeros, con el objetivo de que este lugar sea visto como un espacio socialmente valorizado.



*Figura 101. Apropiación del espacio público. Tomado de: (Zaragoza Vivienda, 2012)*

### **3.6.2.2 La prevención situacional**

Los espacios públicos en la actualidad no tienen el mismo impacto que tenían hace 20 años, es notorio ver como las nuevas generaciones han ido cambiando su comportamiento debido al desarrollo tecnológico, los celulares inteligentes, tablets, videojuegos, internet, brindan una alternativa de ocio tan inmediata y llamativa que provoca la ausencia de niños jugando en parques públicos. La falta de esparcimiento desde temprana edad evita que al convertirse en ciudadanos defiendan sus espacios públicos y generen un apego emocional con sus vecinos.



*Figura 102. Prevención situacional. Tomado de: (Espueda, 2018)*

### **3.6.3 Ambiental**

#### **3.6.3.1 Medio ambiente**

Los movimientos ecologistas nacen a causa del inicio de la revolución industrial en el 1760, a partir de ese momento la sociedad estaría obligada a tomar medidas preventivas que puedan frenar la inevitable huella de carbono que produce el natural desarrollo de los pueblos.

En 1920 la búsqueda de alternativas ecológicas para generar energía eléctrica da origen a la industria eólica, esta empieza a tener éxito hasta el año de 1961, por que el precio del petróleo baja, lo que pone al kilowatt térmico muy económico y saca de competencia al kilowatt eólico. La industria eólica colapsa provocando que los aerogeneradores sean desarmados y ofertados como chatarra.

Desde 1973 se reactiva la industria eólica, debido los sucesos ocasionados por el uso desequilibrado de hidrocarburos y la conciencia ambiental, que mediante protocolos como el de Kyoto en 1995, el acuerdo de Paris diez años después, permiten a las fuentes de energía eléctrica renovable tomar fuerza para nunca más colapsar. (*Ornelas, 2009*)

#### **3.6.3.2 Huella de Carbono**

La huella de carbono es la suma de todas las emisiones de GEI (gas de efecto invernadero) causadas por un individuo, organización, evento o producto, esta expresada en unidades de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>eq) debido a que no solo mide CO<sub>2</sub> emitido también mide los demás GEI que contribuyen al calentamiento global para convertir los resultados individuales de cada gas a equivalentes de CO<sub>2</sub>. (*Feijóo, 2014*)

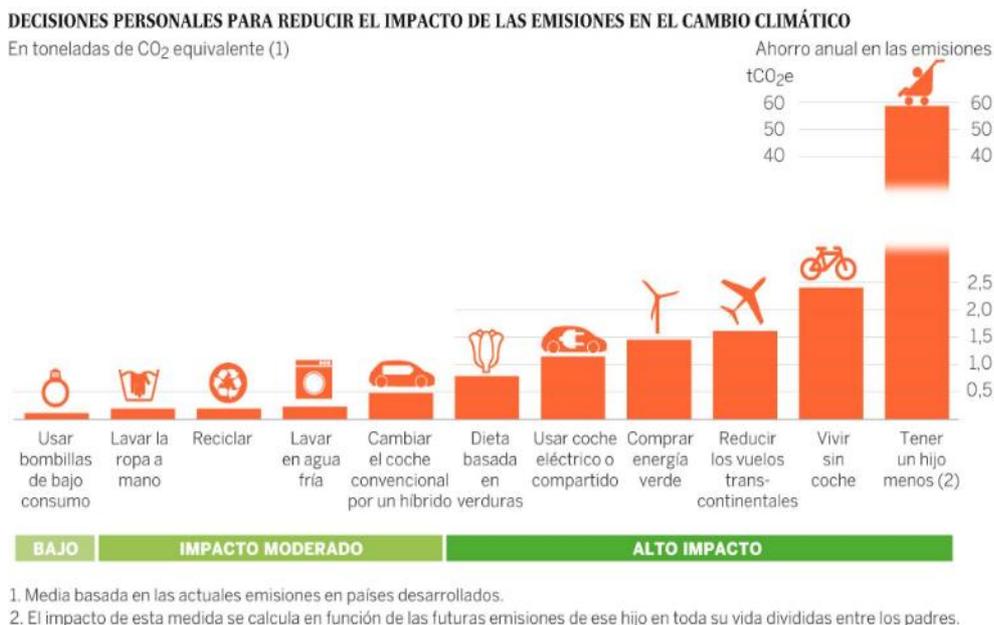


Figura 103. Decisiones personales para reducir la huella de carbono que genera una persona. Tomado de: (Ariza, 2017)

### 3.6.3.3 Cálculo de la Huella de Carbono

La siguiente calculadora de la página web [www.ceroco2.org](http://www.ceroco2.org) nos permite saber cuántas emisiones producimos al utilizar energía eléctrica con sistemas conectados a la red.



Figura 104. Selección de consumo. Tomado de: (CeroCO<sub>2</sub>, 2019)

## Cálculo de Huella de Carbono por consumo eléctrico

### 1. Consumo eléctrico

Introduzca su consumo de electricidad (en kWh).

kWh

¿Tienes energía verde contratada? ⓘ

No  Sí

---

### 2. Resultado

El resultado de su consumo eléctrico es de: 0 Kg de CO2 eq

[↻ Hacer otro cálculo](#)

*Una vez calculadas las emisiones por consumo eléctrico, añádalas al cálculo total de emisiones.*

.....

No hay consumo eléctrico en el cálculo.

.....

[+ Añadir al total](#)

---

### Resultado total

La Huella de Carbono total es de 0 kg de CO2 (0 Tn CO2)

[Ver cálculo general](#) [Compensar](#)

Figura 105. Calculadora de consumo eléctrico. Tomado de: (CeroCO2, 2019)

Se ha elaborado una tabla para entender de mejor manera como se calcula la huella de carbono por emisión de consumo eléctrico.

Tabla 34

*Consumo anual luminaria aérea*

<b>Luminaria Aérea</b>			
<b>Tipo</b>	<b>Formula</b>	<b>Aplicación</b>	<b>Resultado</b>
<b>Consumo anual luminaria aérea</b>	C.a.l.a = (Potencia luminaria (kWh) * unidad) * horas de uso * días de uso	C.a.l.a = (14,5W * 1 unidad) * 10 horas * 30 días * 12 meses	
<b>Consumo anual luminaria aérea</b>	C.a.l.a = (Potencia luminaria (kWh) * unidad) * horas de uso * días de uso	C.a.l.a = $(14,5W \frac{1kW}{1000W}) * 10$ horas * 30 días * 12 meses	
<b>Consumo anual luminaria aérea</b>	C.a.l.a = (Potencia luminaria (kWh) * unidad) * horas de uso * días de uso	C.a.l.a = 0,0145kW * 10 horas * 30 días * 12 meses	52,2 kWh/año

Tabla 35  
Consumo anual luminaria aérea

Luminaria piso			
Tipo	Formula	Aplicación	Resultado
<b>Consumo anual luminaria piso</b>	C.a.l.p = (Potencia luminaria (kWh) * unidad) * horas de uso * días de uso	C.a.l.p = (2,8W * 3 unidades) * 10 horas * 30 días * 12 meses	
<b>Consumo anual luminaria piso</b>	C.a.l.p = (Potencia luminaria (kWh) * unidad) * horas de uso * días de uso	C.a.l.p = $(8,4W \frac{1kW}{1000W}) * 10$ horas * 30 días * 12 meses	
<b>Consumo anual luminaria piso</b>	C.a.l.p = (Potencia luminaria (kWh) * unidad) * horas de uso * días de uso	C.a.l.p = 0,0084kW * 10 horas * 30 días * 12 meses	30,24 kWh/año

Tabla 36  
Suma del consumo anual de luminarias

Luminaria Aérea y de Piso			
Tipo	Formula	Aplicación	Resultado
<b>Consumo de energía de luminarias</b>	Consumo de energía de luminarias = Consumo energía anual L. aérea + Consumo energía anual L. de piso.	C. e. l = 52,20 kWh/año + 30,24 kWh/año	82,44 kWh/año

Tabla 37  
Emisión de toneladas de CO2 por consumo de iluminación

<b>Luminaria Aérea y de Piso</b>			
<b>Tipo</b>	<b>Formula</b>	<b>Aplicación</b>	<b>Resultado</b>
<b>Consumo de toneladas de CO2 eq</b>	Consumo toneladas Co2 eq = Consumo de energía de luminarias * Factor de emisión (Kg de CO2 eq/kWh)	Consumo toneladas CO2 eq = 82,44 kWh/año * 0,37 Kg de CO2 eq/kWh/año	30,50 Kg de CO2
<b>Consumo de toneladas de CO2 eq</b>	Consumo toneladas Co2 eq = Consumo de energía de luminarias * Factor de emisión (Tn de CO2 eq/kWh)	Consumo toneladas CO2 eq = 82,44 kWh/año * 0,37 Kg de CO2 eq/kWh/año	30,50 Kg $\frac{1 Tn}{1000 Kg}$ de CO2
<b>Consumo de toneladas de CO2 eq</b>	Consumo toneladas Co2 eq = Consumo de energía de luminarias * Factor de emisión (Kg de CO2 eq/kWh)	Consumo toneladas Co2 eq = 82,44 kWh/año * 0,37 Kg de CO2 eq/kWh/año	0,0305 Tn de CO2 eq

## Total cálculo de emisiones de GEI

Calculo de emisiones asociadas a desplazamientos aéreos:



Calculo de emisiones asociadas a desplazamientos terrestres:



Calculo de emisiones asociadas a estancias en hotel:



Calculo de emisiones por consumo eléctrico:



Calculo de emisiones por consumo en calefacción y agua sanitaria:



## Resultado total

La Huella de Carbono total es de 30.50 kg de CO2 ( 0.0305 Tn CO2)

## Compensar la Huella de Carbono

Compensar la Huella de Carbono

Con la iniciativa



Figura 106. Resultado del cálculo de huella de carbono por consumo eléctrico. Tomado de: (CeroCO2, 2019)

Al final del resultado existe la opción de compensar la huella de carbono generada, al seleccionar esta opción nos refleja una lista de proyectos en diferentes países a los que se puede aportar económicamente por cada tonelada de Co2 eq, el valor por tonelada varía según el proyecto y al final refleja el valor que nos costaría compensar 0,031 toneladas de CO2.

### 3.6.3.4 Compensación de Huella de Carbono

Ha elegido compensar **0,031** toneladas de CO<sub>2</sub>

1. Selección de proyecto
2. Datos fiscales
3. Beneficiario
4. Formas de pago

Seleccione el proyecto al que desea destinar su compensación:

	<p><b>Conservación de la Amazonía en Madre de Dios en Perú - 2ª Fase</b> <a href="#">[Más información]</a></p> <p>Tipo de verificación: VCS, CCBS Gold y FSC</p> <p>Precio por tonelada: 9,70 €</p> <p>Importe a compensar: 0,30 €</p>
	<p><b>Mejora de prácticas de agricultura orgánica con comunidades indígenas en Guatemala - 2ª Fase</b></p> <p>Tipo de verificación: Cam(Bio)2, Orgánico.</p> <p>Precio por tonelada: 11,50 €</p> <p>Importe a compensar: 0,35 €</p>
	<p><b>Pequeñas y micro centrales hidroeléctricas en China - 2ª Fase</b> <a href="#">[Más información]</a></p> <p>Tipo de verificación: VCS y Social Carbon Standard</p> <p>Precio por tonelada: 6,00 €</p> <p>Importe a compensar: 0,18 €</p>
	<p><b>CommuniTree-Reforestación comunitaria en Nicaragua - 3ª Fase</b> <a href="#">[Más información]</a></p> <p>Tipo de verificación: Plan Vivo</p> <p>Precio por tonelada: 10,20 €</p> <p>Importe a compensar: 0,31 €</p>

*Figura 107. Plataforma para compensar económicamente la huella de carbono generada. Tomado de: (CeroCO2, 2019)*

Nuestro resultado ha sido 0,0305 Tn CO<sub>2</sub> por utilizar iluminación conectada a la red eléctrica.

Para tener una referencia la huella de carbono generada por utilizar un vehículo liviano para ir al trabajo de ida y regreso considerando que el viaje sea de 8 Km (distancia entre el parque “La Carolina” y el Centro Histórico en la ciudad de Quito) es 3.10 kg de CO<sub>2</sub>, esto expresado en toneladas es 0.0031 Tn CO<sub>2</sub>, que al utilizarlo durante 15 días sería 0.031 Tn CO<sub>2</sub>.

15 días de usar un vehículo para ir y regresar del trabajo, contamina lo mismo que tener iluminación anual en un espacio turístico de 236m<sup>2</sup>.

Mediante este cálculo concluimos que al utilizar este prototipo se está evitando la circulación de un vehículo liviano durante 15 días.

## CAPITULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones

- La selección del sitio fue fundamentada considerando el potencial turístico, los datos proporcionado por el sistema institucional de indicadores turísticos nos permitieron identificar los lugares más visitados por turistas en zonas rurales y urbanas de Quito, obteniendo como resultado “El Panecillo”.
- Mediante varias visitas realizadas al espacio turístico “El panecillo” se recopiló información referente a su historia, localización, y conformación, esto nos ha permitido elaborar el diagnóstico de línea base para conocer de mejor manera el lugar.
- La identificación del lugar ideal al que fue destinado el prototipo fue realizada mediante un reconocimiento in situ del alumbrado público que dispone “El Panecillo”, utilizando como instrumento una matriz de decisión con parámetros de ponderación.
- Para dimensionar los equipos fue necesario estimar la carga simulando en el software DIALux iluminación que cumpla con la normativa, se investigó el recurso solar y eólico que posee el lugar. Estos datos nos permitieron calcular las características técnicas de los equipos mediante la herramienta digital Delta Volt (Calculadora para dimensionar sistemas aislados de red).
- La finalización de la guía nos permite conocer: el proceso que se debe seguir para implementar este prototipo, el listado de componentes que se utilizó, los diagramas de conexión y de flujo.
- Los planos fueron desarrollados en el software de iluminación DIALux que nos permite apreciar los resultados en 3 dimensiones, el primer resultado es el diseño del prototipo instalado en el sitio y el segundo resultado es la simulación de iluminación del espacio seleccionado.
- Este prototipo fue dirigido a un espacio turístico del Distrito Metropolitano de Quito (El Panecillo), pero se debe considerar que es factible destinarlo hacia otros espacios turísticos del Ecuador aplicando el mismo proceso de desarrollo del proyecto.
- El prototipo genera iluminación y además energía eléctrica que permite a sus usuarios cargar sus dispositivos móviles, debido a este atractivo beneficio su implementación podría contribuir con el incremento de visitantes en espacios turísticos del país.

## 4.2 Recomendaciones

- El manejo del software DIALux 4.13 es indispensable para simular la iluminación del espacio turístico, esto ayuda a reconocer el tipo de luminaria óptima para el lugar, y nos permite cumplir con la normativa (mínimo de luxes) brindando resultados eficientes.
- Utilizar diodos led de bloqueo entre las baterías y las controladoras fotovoltaica y eólica con el fin de evitar que retorne la corriente y exista pérdida de energía.
- En sistemas híbridos aislados de red, las controladoras solar - eólica proporcionan corriente a la batería, pero se podría dar pérdidas de energía y daños en las controladoras por el flujo de corriente en dirección contraria, por lo que se recomienda utilizar diodos de bloqueo entre las controladoras y la batería, para evitar el retorno de corriente.
- Es necesario un mantenimiento periódico en el panel solar para evitar la generación de puntos calientes que se crean cuando existe una sombra en un área de este y ocasiona un desgaste desigual en las células solares, que reduce la vida útil del panel solar.
- Se debe considerar la vida útil de los equipos al momento de buscarlos comercialmente, con el fin de calcular el valor de mantenimiento y reemplazo de equipos con proyección a 20 años.
- Se sugiere utilizar equipos de medición solar (piranómetro) y eólica (anemómetro), durante un mes con condiciones climáticas promedio, con el fin de comparar los datos entregados por Solargis Data y Global Wind Atlas.
- Inicialmente se planteo el proyecto para ser destinado hacia zonas rurales del distrito metropolitano de Quito, en su desarrollo se tomó la decisión de trabajar en un espacio público de la zona urbana, debido a que el plan de tesis presentado fue inscrito en la universidad con ese nombre, no fue posible cambiar el título del proyecto. A pesar de haber trabajado en zonas rurales del distrito metropolitano de Quito.

## REFERENCIAS

- ©2017HearstEspaña. (21 de Agosto de 2018). *Actualidad: © 2017 Hearst España PAgina Web*. Obtenido de © 2017 Hearst España PAgina Web: <https://www.caranddriver.es/coches/planeta-motor/reciclaje-de-baterias-de-coches-electricos>
- ©2018Solargis. (2018). *About Solargis: ©2018Solargis*. Obtenido de ©2018Solargis: <https://solargis.com/about-us/>
- ©2018TripAdvisor. (2018). *Atracciones en Quito: TripAdvisor*. Obtenido de TripAdvisor Pagina Web: [https://www.tripadvisor.com.ar/Attractions-g294308-Activities-Quito\\_Pichincha\\_Province.html#ATTRACTION\\_SORT\\_WRAPPER](https://www.tripadvisor.com.ar/Attractions-g294308-Activities-Quito_Pichincha_Province.html#ATTRACTION_SORT_WRAPPER)
- ©2018TripAdvisorLLC. (2018). *Europe Italy Lombardy Milan Things to Do in Milan Piazza Gae Aulenti Pictures*. Obtenido de Piazza Gae Aulenti | Zona Garibaldi, 20124 Milan, Italy: [https://www.tripadvisor.com/LocationPhotoDirectLink-g187849-d3753085-i98636285-Piazza\\_Gae\\_Aulenti-Milan\\_Lombardy.html#98636285](https://www.tripadvisor.com/LocationPhotoDirectLink-g187849-d3753085-i98636285-Piazza_Gae_Aulenti-Milan_Lombardy.html#98636285)></a><br/>This photo of P
- ©ArtemideS.p.a. (Septiembre de 2018). *Artemide Project*. Obtenido de Urban Piazza Gae Aulenti Milan, Italia: <https://www.artemide.com/contents/pdfcache/Artemide-piazza-gae-aulenti-2210257-en.pdf>
- ©EcuadorNoticias. (12 de Octubre de 2012). *Quito Ecuador: Ecuador Noticias*. Obtenido de EcuadorNoticias Pagina Web: <https://www.ecuadornoticias.com/2012/10/ecuador-quito.html>

©iluminet2018. (27 de Julio de 2018). *Tipos de LED, características y diferencias*; ©iluminet2018. Obtenido de ©iluminet2018 Pagina Web: <https://www.iluminet.com/tipos-led-caracteristicas/>

(09 de 2011). Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Provincia\\_de\\_Pichincha](https://es.wikipedia.org/wiki/Provincia_de_Pichincha)

2017, B. (2017). *Aerogenerador Wind 25.3+ : BORNAY*. Obtenido de BORNAY Pagina Web: <file:///C:/Users/admin/Downloads/Wind%2025.3+%20Manual%20v1.5.pdf>

Agencia Internacional de la Energía ( AIE ) ( Estadísticas de la AIE © OCDE/AIE, i. ), OCDE, E. d., & Estadísticas de energía de países de la OCDE, y. b. (2018). *BANCO MUNDIAL - DATOS*. Obtenido de Consumo de energía eléctrica (kWh per cápita): <https://datos.bancomundial.org/indicador/EG.USE.ELEC.KH.PC?end=2014&locations=EC&start=1971>

Appropedia. (2012). *Mantenimiento de su sistema solar eléctrico: Appropedia*. Obtenido de Appropedia Pagina Web: [http://www.appropedia.org/Mantenimiento\\_de\\_su\\_sistema\\_solar\\_el%C3%A9ctrico](http://www.appropedia.org/Mantenimiento_de_su_sistema_solar_el%C3%A9ctrico)

ARCONEL. (2016). Atlas Geoespacial del Sector Eléctrico Ecuatoriano 2015 - Pagina 54. *Atlas Geoespacial del Sector Eléctrico Ecuatoriano 2015*, 54.

ARCONEL. (2016). Atlas Geoespacial del Sector Eléctrico Ecuatoriano 2015. *Atlas Geoespacial del Sector Eléctrico Ecuatoriano 2015.*, 34.

ARCONEL. (2016). Sistemas aislados. *Atlas Geoespacial Sector Electrica Ecuatoriano 2015*, 19.

ARCONEL. septiembre, 2. A. (2016). Atlas Geoespacial del Sector Eléctrico Ecuatoriano 2015. *Atlas Geoespacial del Sector Eléctrico Ecuatoriano 2015*, 31-32.

Artemide. (Septiembre de 2018). *Solar Tree*. Obtenido de <https://www.artemide.com/en/subfamily/665440/solar-tree#665452/solar-tree>

ArtemideS.p.A. (Septiembre de 2018). *Artemide*. Obtenido de Solar Tree Data Sheet: <https://www.artemide.com/contents/pdfcache/Artemide-solar-tree-665452-en-SI.pdf>

Asociación danesa de la industria eólica. (2003). *Historia: Asociación danesa de la industria eólica*. Obtenido de Asociación danesa de la industria eólica Web site: <http://xn--drmsttre-64ad.dk/wp-content/wind/miller/windpower%20web/es/pictures/juul.htm>

Asociación danesa de la industria eólica. (2003). *Historia: Charles F. Brush*. Obtenido de Asociación danesa de la industria eólica Pagina Web: <http://www.windpower.org/es/pictures/brush.htm>

Asociación danesa de la industria eólica. (2003). *Manual de referencia*. Obtenido de Asociación danesa de la industria eólica Pagina Web: <http://xn--drmsttre-64ad.dk/wp-content/wind/miller/windpower%20web/es/stat/unitsw.htm>

Asociación danesa de la industria eólica. (2003). *Recursos Eólicos*. Obtenido de Asociación danesa de la industria eólica Pagina Web: <http://xn--drmsttre-64ad.dk/wp-content/wind/miller/windpower%20web/es/tour/wres/index.htm>

Atlas Geoespacial del Sector Eléctrico Ecuatoriano 2015 - Pagina 50. (2016). *Atlas Geoespacial del Sector Eléctrico Ecuatoriano 2015 - Pagina 50, 50*.

AutosolarEnergySolutions. (2017). *Inversores*. Obtenido de Autosolar Energy Solutions Web site: <https://autosolar.es/pdf/Victron-Phoenix-Inversor-VE.Direct-250VA-1200VA.pdf>

AutosolarEnergySolutions. (2017). *Reguladores de Carga: Autosolar Energy Solutions*. Obtenido de Autosolar Energy Solutions Web site: <https://autosolar.es/pdf/MUST-SOLAR-PC1500B.pdf>

AutosolarEnergySolutions. (2017). *Reguladores: Autosolar Energy Solutions*. Obtenido de Autosolar Energy Solutions Web site: <https://autosolar.es/reguladores-de-carga-pwm/regulador-12v-24v-10a-pwm-must-solar>

AutosolarEnergySolutions. (2018). *Baterias*. Obtenido de Auto solar Energy Solutions Web site: <https://autosolar.es/baterias-de-litio>

AutosolarEnergySolutions. (2018). *Baterias: .* Obtenido de Autosolar Energy Solutions Web site: <https://autosolar.es/baterias-plomo-abierto-12v/bateria-85ah-12v-upower-spo85>

AutosolarEnergySolutions. (2018). *Baterias: Auto solar Energy Solutions .* Obtenido de Auto solar Energy Solutions Web pag : <https://autosolar.es/baterias-estacionarias-opzs-12v/bateria-opzs-12v-550ah-transparente-6-vasos>

AutosolarEnergySolutions. (2018). *Baterias: Auto solar Energy Solutions .* Obtenido de Auto solar Energy Solutions Web pag: <https://autosolar.es/pdf/FICHA-BAUER-LITIO.pdf>

AutosolarEnergySolutions. (2018). *Baterias: Auto solar Energy Solutions Web pag.* Obtenido de Auto solar Energy Solutions Web pag: <https://autosolar.es/baterias-gel-12v/bateria-gel-85ah-12v-sonnenschein-s12-85>

Bordón, E. (09 de Julio de 2013). *Edicion Impresa: abcColor©*. Obtenido de abcColor© Pagina Web: <http://www.abc.com.py/edicion-impresa/suplementos/escolar/historia-de-la-iluminacion-593334.html>

BORNAY.COM©1970-2017. (2017). *Aerogenerador Wind 25.3+ :BORNAY*. Obtenido de BORNAY Pagina Web:

file:///C:/Users/admin/Downloads/Wind%2025.3+%20Manual%20v1.5.pdf

BORNAY.COM©1970-2017. (2017). *Inversores: BORNAY.COM © 1970 - 2017*.  
Obtenido de BORNAY.COM © 1970 - 2017 Pagina Web:  
<https://www.bornay.com/en/products/victron-energy-inverters/phoenix-180-1200-va>

BornayAerogeneradoresSLU. (2017). *Aerogeneradores: BORNAY.COM © 1970- 2017*. Obtenido de BORNAY.COM © 1970- 2017.:  
file:///C:/Users/admin/Desktop/TESIS/Imagenes/PDF/EOLICA/Wind%2025.3+%20Manual%20v1.5.pdf

BornayAerogeneradoresSLU. (2017). *Aerogeneradores: BORNAY.COM © 1970- 2017*. Obtenido de BORNAY.COM © 1970- 2017 Pagina Web:  
file:///C:/Users/admin/Downloads/Wind+%20MPPT%20Manual%20v1.5.pdf

C.A.ELUNIVERSO. (22 de Diciembre de 2014). *El Universo - Vida - Estilo*.  
Obtenido de Cargadores solares de celulares se implementan en Ecuador:  
<https://www.eluniverso.com/vida-estilo/2014/12/22/nota/4369821/cargadores-solares-se-implementan-pais>

Casares, E. (2016). Atlas Geoespacial del Sector Eléctrico Ecuatoriano 2015 -  
Pagina 50. *Atlas Geoespacial del Sector Eléctrico Ecuatoriano 2015*, 50.

Centro de Análisis de Información sobre Dióxido de Carbono, D. d. (2018).  
*BANCO MUNDIAL - DATOS*. Obtenido de Emisiones de CO2 (kt)Ecuador:  
<https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.KT?locations=EC>

Cilento, K. (24 de Agosto de 2010). *Greenway Self-Park / HOK ArchDaily*.  
Obtenido de ArchDaily web site:

<https://www.archdaily.com/74468/greenway-self-park-hok/>> ISSN 0719-8884

DISCLOSUREINSIGHTACTION. (27 de febrero de 2018). *The World's Renewable Energy Cities*. Obtenido de City-wide Electricity Mix: <https://data.cdp.net/Cities/City-wide-Electricity-Mix/ycef-psus>

EFACTOLED2016-2018©. (15 de Febrero de 2016). *Tipos de diodos LED: EFECTOLED*. Obtenido de EFECTOLED2016-2018© Pagina Web: <http://www.efectoled.com/blog/tipos-de-chips-led-que-existen-en-el-mercado/>

Eolgreen. (2014). *Plano general - F104 - 8m - Luminaria*. Obtenido de Plano general - F104 - 8m - Luminaria: [http://www.eolgreen.com/assets/plano-general-f104-8m\\_luminaria.pdf](http://www.eolgreen.com/assets/plano-general-f104-8m_luminaria.pdf)

Eolgreen®. (2014). Obtenido de <http://www.eolgreen.com/luminaria.html>

Eolgreen®. (2014). *LA ENERGÍA MÁS SOSTENIBLE PARA LA ILUMINACIÓN URBANA*. Obtenido de LA ENERGÍA MÁS SOSTENIBLE PARA LA ILUMINACIÓN URBANA: <http://www.eolgreen.com/luminaria.html>

Eolgreen®. (16 de julio de 2015). *Eolgreen*. Obtenido de Proyecto de iluminación 100 metros en Platja de Llevant, Barcelona: <http://www.eolgreen.com/proyectos.html>

EquipodeRedacción. (21 de Agosto de 2018). *Eólica: Energías Renovables*. Obtenido de Energías Renovables Pagina Web: <https://www.energias-renovables.com/eolica/windenergy-hamburg-un-exhaustivo-repaso-a-la-20180821>

Fenercom. (2015). Alumbrado exterior LED. En Fenercom, *Guía sobre tecnología LED en el alumbrado* (pág. 342). Madrid: BOCM.

Fenercom. (2015). *Guía sobre tecnología LED en el alumbrado*. Madrid: BOCM.

Figueredo, C. M. (2008). Electrificación rural con sistema eólico aislado. Cuba.

Figueredo, C. M. (2017). *Biblioteca - Energia - Cubasolar*. Obtenido de Cubasolar Pagina Web: <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/Energia39/HTML/articulo03.htm>

Flickr. (18 de Enero de 2016). *Milano da Vedere*. Obtenido de Piazza Gae Aulenti, Milano Il Solar Tree, : <https://www.flickr.com/photos/129433896@N07/24383127831>

GREENSolution. (2016). *Proyectos: GREEN Solution*. Obtenido de GREEN Solution Sitio Web: <http://www.greensolution.cl/#>

GWA2.3©2018. (2018). Global Wind Atlas. Dinamarca.

GWA2.3©2018. (2018). Global Wind Atlas. Dinamarca.

iMaps©2016SolargisData. (2016). IMaps: Solargis. Bratislava, Slovakia.

Interempresas. (17 de abril de 2015). *Energia Solar al Dia*. Obtenido de Barcelona ya tiene el primer sistema de alumbrado público autosuficiente: <http://energiasolaraldia.com/barcelona-ya-tiene-el-primer-sistema-de-alumbrado-publico-autosuficiente/>

JinkoSolar. (2015). *Productos: Standard Module: JinkoSolar Web pag*. Obtenido de JinkoSolar Web pag: [https://www.jinkosolar.com/ftp/SP-MKT-265P-60\(4BB\).pdf](https://www.jinkosolar.com/ftp/SP-MKT-265P-60(4BB).pdf)

KETECH©2016. (2016). *Products :KETECH © 2016*. Obtenido de KETECH © 2016 Pagina Web: <https://www.thearchimedes.com/images/pdf/AWM-Brochure%20Eng%20small.pdf>

Kyuper, J. C., & Morales, S. R. (2014). En J. C. Kyuper, & S. R. Morales, *Fuentes de Energía, Renovables y No Renovables Aplicaciones* (pág. 238). Mexico D.F: Alfaomega.

Kyuper, J. C., & Morales, S. R. (2014). Energía Eólica. En J. C. Kyuper, & S. R. Morales, *Fuentes de Energía, Renovables y No Renovables Aplicaciones* (pág. 426). Mexico D.F: Alfaomega.

Kyuper, J. C., & Morales, S. R. (2014). Energía Nuclear. En J. C. Kyuper, & S. R. Morales, *Fuentes de Energía, Renovables y No Renovables Aplicaciones* (págs. 6,7). Mexico D.F: Alfaomega.

Kyuper, J. C., & Morales, S. R. (2014). Energía Solar. En J. C. Kyuper, & S. R. Morales, *Fuentes de Energía, Renovables y No Renovables Aplicaciones* (pág. 6). Mexico D.F: Alfaomega.

Kyuper, J. C., & Morales, S. R. (2014). Energía Solar. En J. C. Kyuper, & S. R. Morales, *Fuentes de Energía, Renovables y No Renovables Aplicaciones* (pág. 238). Mexico D.F: Alfaomega.

Kyuper, J. C., & Morales, S. R. (2014). Energía Termica. En J. C. Kyuper, & S. R. Morales, *Fuentes de Energía, Renovables y No Renovables Aplicaciones* (pág. 240). Mexico D.F: Alfaomega.

Kyuper, J. C., & Morales, S. R. (2014). Energía Térmica. En J. C. Kyuper, & S. R. Morales, *Fuentes de Energía, Renovables y No Renovables Aplicaciones* (págs. 5,23,24,127). Mexico D.F: Alfaomega.

Kyuper, J. C., & Morales, S. R. (2014). *Fuentes de Energía, Renovables y No Renovables Aplicaciones*. Mexico D.F: Alfaomega.

LEDVANCE©2018. (2017). *Historia de los LED*. Obtenido de LEDVANCE©2018 Pagina Web: <https://www.ledvance.es/productos/conocimiento-del-producto/elementos-basicos-led/historia-de-los-led/index.jsp>

MEER. (2017). Plan Maestro de Electricidad 2016-2025. *Plan Maestro de Electricidad 2016-2025*, 280.

MEER. (2017). Plan Maestro de Electricidad 2016-2025. *Plan Maestro de Electricidad 2016-2025*, 289.

MEER. (2017). Plan Maestro de Electricidad 2016-2025,. *Plan Maestro de Electricidad 2016-2025*,, 104.

MEER, p. (10 de Septiembre de 2018). *Ministerio de Electricidad y Energía Renovable > Comunicamos > Noticias >*. Obtenido de Gobierno impulsa el uso de energía renovable en Isla Isabela: <https://www.energia.gob.ec/gobierno-impulsa-el-uso-de-energia-renovable-en-isla-isabela/>

MinisteriodeMinasyEnergíaCO. (30 de marzo de 2010). *Reglamentos Técnicos: Ministerio de Minas y Energía CO*. Obtenido de Ministerio de Minas y Energía CO Pagina Web: [http://www.sic.gov.co/recursos\\_user/reglamentos\\_tecnicos/reglamento\\_tecnico\\_RETILAP.pdf](http://www.sic.gov.co/recursos_user/reglamentos_tecnicos/reglamento_tecnico_RETILAP.pdf)

Mora, J. F. (2008). Maquinas asíncronas. En J. F. Mora, *Máquinas eléctricas (6a. ed.)* (pág. 169). McGraw-Hill España.

Mora, J. F. (2008). Maquinas Síncronas. En J. F. Mora, *Máquinas eléctricas (6a. ed.)* (pág. 428). McGraw-Hill España.

Mosquera, P. (13 de Febrero de 2018). *El mundo ya genera con el viento el 5% de la electricidad*. Obtenido de Energías Renovables Pagina Web: <https://www.energias-renovables.com/eolica/el-mundo-ya-genera-con-el-viento-20180213>

Ornelas, E. M. (2009). *La energía eólica*. El Cid Editor | apuntes.

Pardillos, S. C. (2017). Elementos de los aerogeneradores. En S. C. Pardillos, *Manual de energía eólica* (pág. 171). Valencia: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia.

Pardillos, S. C. (2017). Elementos de los aerogeneradores. En S. C. Pardillos, *Manual de energía eólica* (pág. 174). Valencia: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia.

- Pardillos, S. C. (2017). Manual de energía eólica. En S. C. Pardillos, *Manual de energía eólica* (págs. 152-153). Valencia: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia.
- Pardillos, S. C. (2017). Manual de energía eólica. En S. C. Pardillos, *Manual de energía eólica* (pág. 414). Valencia: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia.
- Pardillos, S. C. (2017). Sistemas aislados. En S. C. Pardillos, *Manual de energía eólica* (pág. 392). Valencia: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia.
- Pardillos, S. C. (2017). Sistemas aislados. En S. C. Pardillos, *Manual de energía eólica* (pág. 391). Valencia: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia.
- Pardillos, S. C. (2017). Sistemas aislados. En S. C. Pardillos, *Manual de energía eólica* (pág. 408). Valencia: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia.
- Paz, L. A. (2011). *Energía eólica (2a. ed.)*. Zaragoza: Prensas de la Universidad de Zaragoza.
- Paz, L. A. (2011). Energía eólica (2a. ed.). En L. A. Paz, *Energía eólica (2a. ed.)* (pág. 321). Zaragoza: Prensas de la Universidad de Zaragoza.
- Paz, L. A. (2011). Energía eólica (2a. ed.). En L. A. Paz, *Energía eólica (2a. ed.)* (pág. 329). Zaragoza: Prensas de la Universidad de Zaragoza.
- Paz, L. A. (2011). *Energía eólica (2a. ed.)*. Zaragoza: Prensas de la Universidad de Zaragoza.
- Pérez, R. G. (2011). Generador fotovoltaico. En R. G. Pérez, *Replanteo y funcionamiento de las instalaciones solares fotovoltaicas (UF0150)* (pág. 91). Andalucía: IC Editorial.

- Pérez, R. G. (2017). Generador fotovoltaico. En R. G. Pérez, *Replanteo y funcionamiento de las instalaciones solares fotovoltaicas. ENAE0108 (2a. ed.)* (pág. 69). IC Editorial.
- Pérez, R. G. (2017). Radiación solar. En R. G. Pérez, *Replanteo y funcionamiento de las instalaciones solares fotovoltaicas. ENAE0108 (2a. ed.)* (pág. 22). Madrid: IC Editorial.
- Pérez, R. G. (2017). Radiación Solar. En R. G. Pérez, *Replanteo y funcionamiento de las instalaciones solares fotovoltaicas. ENAE0108 (2a. ed.)* (pág. 21). Madrid: IC Editorial.
- Pérez, R. G. (2017). Reguladores. En R. P. Guerrero, *Replanteo y funcionamiento de las instalaciones solares fotovoltaicas. ENAE0108 (2a. ed.)* (pág. 114). Malaga: IC Editorial.
- Pérez, R. G. (2017). Replanteo y funcionamiento de las instalaciones solares fotovoltaicas. ENAE0108 (2a. ed.). En R. G. Pérez, *Replanteo y funcionamiento de las instalaciones solares fotovoltaicas. ENAE0108 (2a. ed.)* (pág. 81). Malaga: IC Editorial.
- PlanMaestrodeElectricidad2016-2025, M. (17 de 07 de 2017). Plan Maestro de Electricidad 2016-2025. *Plan Maestro de Electricidad 2016-2025*, 83. Obtenido de Ministerio de Electricidad y Energía Renovable: [http://www.mediafire.com/file/m9v7y7tt2kebqik/PME+2016-2025+V\\_WEB.pdf](http://www.mediafire.com/file/m9v7y7tt2kebqik/PME+2016-2025+V_WEB.pdf)
- PlanMaestrodeElectricidad2016-2025, M. (2017). Plan Maestro de Electricidad 2016-2025. *Plan Maestro de Electricidad 2016-2025*, 95.
- PlanMaestrodeElectricidad2016-2025., M. (2017). Plan Maestro de Electricidad 2016-2025. *Plan Maestro de Electricidad 2016-2025*, 95-96.
- QuitoTurismo. (04 de Octubre de 2018). *Quito en Cifras: Quito Turismo*. Obtenido de Quito Turismo Pagina Web: <https://www.quito->

turismo.gob.ec/estadisticas/datos-turisticos-principales/category/82-quito-en-cifras

ResiduosProfesionales. (22 de enero de 2015). *Residuos Profesional*. Obtenido de PRIMER SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO QUE COMBINA ENERGÍA SOLAR Y EÓLICA: <https://www.residuosprofesional.com/primer-sistema-de-alumbrado-publico-que-combina-energia-solar-y-eolica/>

Robledillo, V. G., Jiménez, J. G., & Pérez, J. G. (2013). Eficiencia energética en las instalaciones de iluminación interior y alumbrado exterior (UF0567). En V. G. Robledillo, J. G. Jiménez, & J. G. Pérez, *Eficiencia energética en las instalaciones de iluminación interior y alumbrado exterior (UF0567)* (pág. 125). Madrid: IC Editorial.

Robledillo, V. G., Jiménez, J. G., & Pérez, J. G. (2013). Eficiencia energética en las instalaciones de iluminación interior y alumbrado exterior (UF0567). En V. G. Robledillo, J. G. Jiménez, & J. G. Pérez, *Eficiencia energética en las instalaciones de iluminación interior y alumbrado exterior (UF0567)* (pág. 124). Madrid: IC Editorial.

Robledillo, V. G., Jiménez, J. G., & Pérez, J. G. (2013). *Eficiencia energética en las instalaciones de iluminación interior y alumbrado exterior (UF0567)*. Malaga: IC Editorial.

Robledillo, V. G., Jiménez, J. G., & Pérez, J. G. (2013). Iluminacion Interior. En V. G. Robledillo, J. G. Jiménez, & J. G. Pérez, *Eficiencia energética en las instalaciones de iluminación interior y alumbrado exterior (UF0567)* (pág. 7). Malaga: IC Editorial.

Robledillo, V. G., Jiménez, J. G., & Pérez, J. G. (2013). Parametros y unidades de iluminación. En V. G. Robledillo, J. G. Jiménez, & J. G. Pérez, *Eficiencia energética en las instalaciones de iluminación interior y alumbrado exterior (UF0567)* (pág. 77). Malaga: IC Editorial.

- Robledillo, V. G., Jiménez, J. G., & Pérez, J. G. (2013). Parámetros y unidades de iluminación . En V. G. Robledillo, J. G. Jiménez, & J. G. Pérez, *Eficiencia energética en las instalaciones de iluminación interior y alumbrado exterior (UF0567)* (págs. 74 - 83). Malaga: IC Editorial.
- Scaramal, O. R. (2007). *Luz evolución arte técnica*. Buenos Aires: Dunken.
- SENSOVANT. (2017). *Productos: SENSOVANT*. Obtenido de SENSOVANT Pagina Web:  
<http://sensovant.com/productos/meteorologia/viento/sensores-mecanicos/sensores-de-viento-tradicionales.html>
- Tesla©2018. (2018). *Powerwall: Tesla©*. Obtenido de Tesla© Web site:  
[https://www.tesla.com/es\\_MX/powerwall?redirect=no](https://www.tesla.com/es_MX/powerwall?redirect=no)
- Tobajas, M. C. (2018). Convertidores. En M. C. Tobajas, *Energía solar fotovoltaica* (pág. 28). Cano Pina, SL.
- Tobajas, M. C. (2018). Convertidores. En M. C. Tobajas, *Energía solar fotovoltaica* (pág. 30). Cano Pina, SL.
- Torres, N. (2010). Celda Solar. En N. Torres, *Prácticas de la física de materiales semiconductores* (pág. 79). Mexico D.F: Instituto Politecnico Nacional.
- Torres, N. (2010). Teoria del efecto fotovoltaico p-n. En N. Torres, *Prácticas de la física de materiales semiconductores* (pág. 178). Mexico D.F: Instituto Politécnico Nacional.
- Torres, N. (2010). Teoria del efecto fotovoltaico p-n. En N. Torres, *Prácticas de la física de materiales semiconductores* (pág. 177). Mexico D.F: Instituto Politécnico Nacional.
- Vázquez, C. T. (2018). Características físicas de un panel solar. En C. T. Vázquez, *Energía solar fotovoltaica* (pág. 12). Cano Pina.

- Vázquez, C. T. (2018). Energía solar fotovoltaica. En C. T. Vázquez, *Energía solar fotovoltaica* (pág. 13). Cano Pina, SL.
- Vázquez, C. T. (2018). Fabricacion de celulas solares. En C. T. Vázquez, *Energía solar fotovoltaica* (pág. 10). Cano Pina.
- Vázquez, C. T. (2018). Identificacion de elementos de las instalaciones de energía solar fotovoltaica. En C. T. Vázquez, *Energía solar fotovoltaica* (pág. 8). Cano Pina.
- Vázquez, C. T. (2018). Reguladores. En C. T. Vázquez, *Energía solar fotovoltaica* (pág. 24). Cano Pina.
- Vázquez, C. T. (2018). Reguladores. En C. T. Vázquez, *Energía solar fotovoltaica* (pág. 23). Cano Pina.
- Vázquez, C. T. (2018). Tipos de paneles. En C. T. Vázquez, *Energía solar fotovoltaica* (págs. 8,9). Cano Pina.
- Vázquez, C. T. (2018). Tipos de paneles. En C. T. Vázquez, *Energía solar fotovoltaica* (págs. 11,12). Cano Pina.
- Vázquez, P. J. (2017). La Mujer de la Apocalipsis. En P. J. Vázquez, *La Mujer de la Apocalipsis*. Obtenido de "La Mujer de la Apocalipsis (Cap 12)": <http://www.virgendelpanecillo.com/virgen-de-el-panecillo/>
- VirgendelPanecillo. (2018). *Cima de el Panecillo: Virgen del Panecillo Pagina Web*. Obtenido de Virgen del Panecillo Pagina Web: <http://www.virgendelpanecillo.com/virgen-de-el-panecillo/>
- Wikipedia. (16 de 11 de 2011). *Provincia de Pichincha*. Obtenido de Provincia de Pichincha: [https://es.wikipedia.org/wiki/Provincia\\_de\\_Pichincha#/media/File:Pichincha\\_in\\_Ecuador\\_\(%2BGalapagos\).svg](https://es.wikipedia.org/wiki/Provincia_de_Pichincha#/media/File:Pichincha_in_Ecuador_(%2BGalapagos).svg)
- Wikipedia. (16 de 11 de 2011). *Provincia de Pichincha*. Obtenido de Provincia de Pichincha:

[https://es.wikipedia.org/wiki/Provincia\\_de\\_Pichincha#/media/File:Pichincha\\_in\\_Ecuador\\_\(%2BGalapagos\).svg](https://es.wikipedia.org/wiki/Provincia_de_Pichincha#/media/File:Pichincha_in_Ecuador_(%2BGalapagos).svg)

WorldTravelAwards™. (2018). *South America Winners 2018: World Travel Awards*. Obtenido de World Travel Awards:  
<https://www.worldtravelawards.com/profile-32496-quito-turismo>

## **ANEXOS**

## Anexo 1: Selección del lugar

Tabla de parámetros que deberá cumplir el lugar donde será ubicado nuestro prototipo.

Tabla 38 Parámetros para seleccionar el espacio turístico.

Matriz de decisión		
Parámetros	Cumple	No Cumple
1. Deberá ser un espacio de tránsito peatonal	X	
2. Deberá poseer deficiencia parcial o total de iluminación	X	
3. No deberá poseer influencia de obstáculos que frenen y produzcan turbulencias al aerogenerador	X	
4. No deberá poseer influencia de obstáculos que generen sombra parcial o total al panel solar	X	



Figura 108. Influencia de los obstáculos en el aerogenerador. Tomado de: (BORNAY.COM©1970-2017, Aerogenerador Wind 25.3+ :BORNAY, 2017)



*Figura 109. Influencia de los obstáculos en paneles solares. Tomado de: (Appropedia, 2012)*

Reporte fotográfico con el lugar que cumple los parámetros establecidos en la matriz de decisión.

### **Fotografías tomadas en horario diurno**



*Figura 110 Espacio seleccionado para destinar nuestro proyecto de iluminación horario diurno.*



*Figura 111 Espacio seleccionado para destinar nuestro proyecto de iluminación horario diurno.*



*Figura 112 Espacio seleccionado para destinar nuestro proyecto de iluminación horario diurno.*

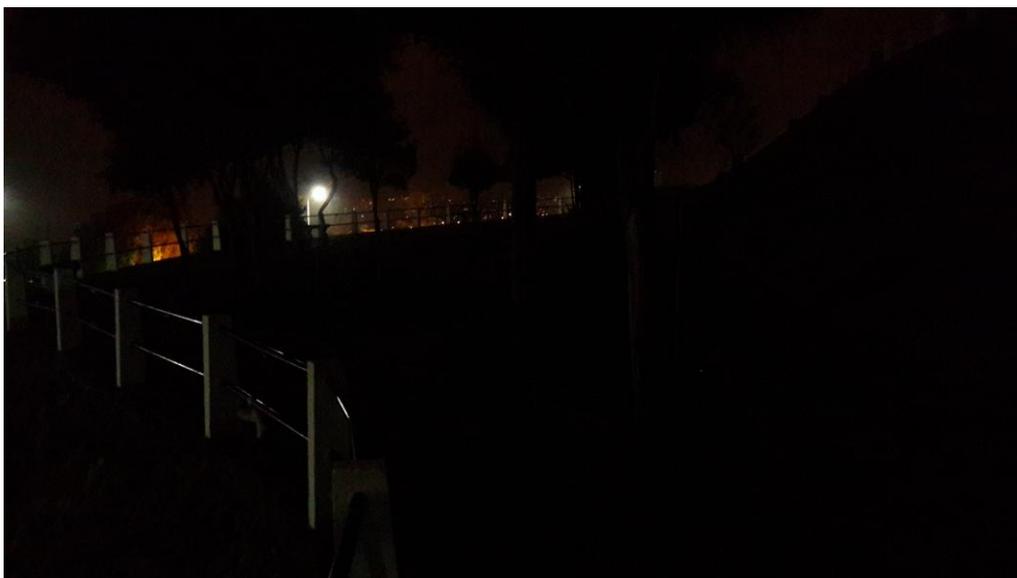


*Figura 113 Espacio seleccionado para destinar nuestro proyecto de iluminación horario diurno.*



*Figura 114 Espacio seleccionado para destinar nuestro proyecto de iluminación horario diurno.*

Fotografías tomadas en horario nocturno (SIN FLASH)



*Figura 115 Espacio seleccionado para destinar nuestro proyecto de iluminación horario nocturno.*

Fotografías tomadas en horario nocturno (CON FLASH)



*Figura 116 Espacio seleccionado para destinar nuestro proyecto de iluminación horario nocturno.*



*Figura 117 Espacio seleccionado para destinar nuestro proyecto de iluminación horario nocturno.*

## Anexo 2: Fichas técnicas

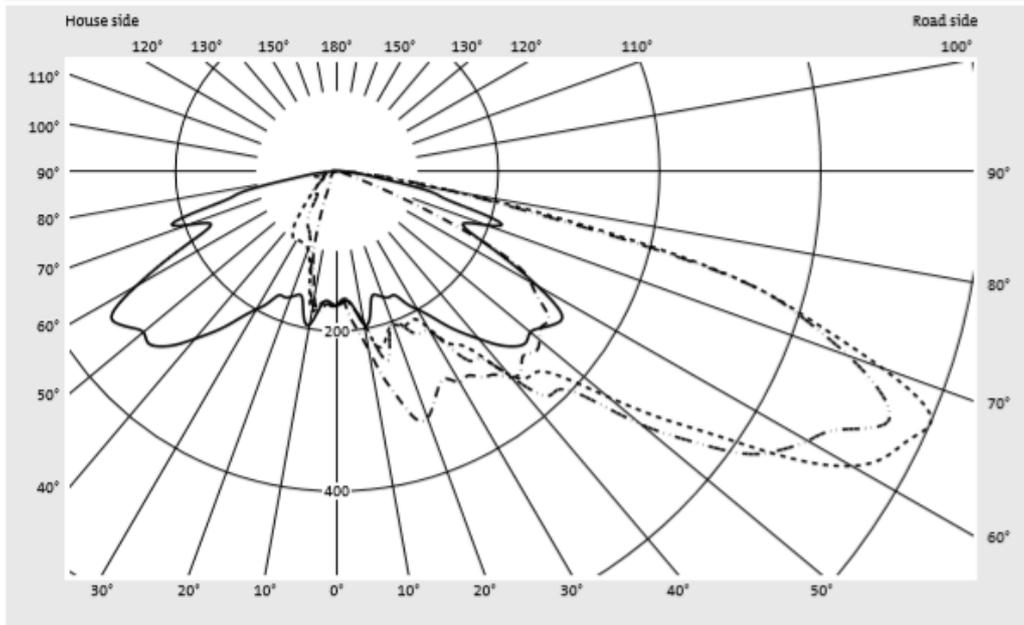
### Luminaria

office	industry	traffic	retail	public	sports
--------	----------	---------	--------	--------	--------

#### Photometric test report

<b>Family</b> <b>SMALL BELL LED</b> 	<b>Order number:</b> 5XA1573K1A108 <b>EAN:</b> 4058352167939	<b>LP number</b> <b>57649_4</b>
	<b>Version</b> suspended mounting at curved mast extension or wall bracket <b>Optic</b> asymmetric wide distribution <b>Cover</b> enclosure, transparent <b>Lamps</b> LED 4000K / CRI ≥ 70 Net luminous flux = 1600 lm <b>Electr. supply</b> ECG Basic Power consumption = 14.5 W Luminous efficacy = 110.3 lm/W	<b>serial documentation</b> 30.06.2017

Luminous intensity in cd/klm C160-0 C205-25 C210-30 C270-90 **Imax: 797 cd/klm**



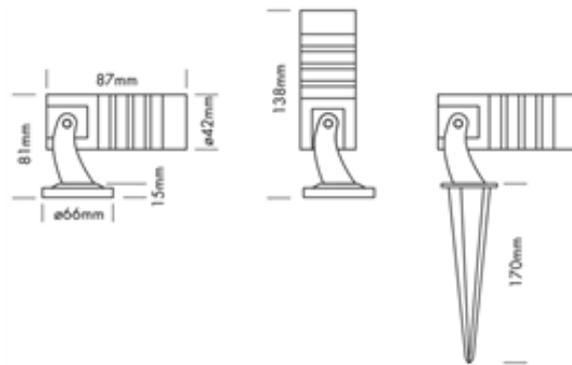
Luminaire output ratios	
Eta	100.0%
Eta 0° - 90°	99.4%
Eta 90° - 180°	0.6%

Luminous intensity class acc. to EN13201-2	
Class:	G1
Imax 70°	719.4
Imax 80°	154.2
Imax 90°	3.4
Imax >90°	5.9
Imax >95°	5.9

Measurement conditions	
DIN EN 13032 and DIN 5032	

Figura 118 Hoja técnica de luminaria aérea

## Luminaria de piso



The PROLED SPOT LIGHT IP65 is suitable for emphasis lighting indoors as well as outdoors. Combined with a ground spike it is also perfect for plant and garden lighting.

Dimmable or DMX 512, DALI, 1-10 V controllable by MBNLED MULTI power supplies or MBNLED PRO CONTROLLER MULTI

### **PHOTOMETRIC DATA**

LED type: OSRAM 2 Watt high power

Luminous flux: white 160 Lumen

warm white 160 Lumen

Colour temperature: white 6500 K

warm white 3000 K

CRI: 80

Beam angle: 15° (only white) and 30°

Due to conditions of production photometric data can vary from production batch to production batch within the EU directive.

*Figura 119 Hoja técnica de luminaria de piso.*

# Panel Solar



## NPA30-12 Multi-Purpose Module

### ELECTRICAL CHARACTERISTICS

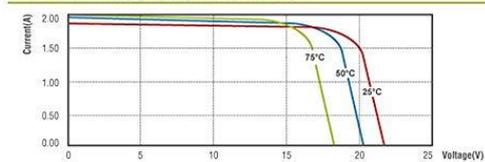
Type	NPA30-12
Power Output(W)	30W
Voltage MPP Vmpp(V)	17.2V
Current MPP Impp(A)	1.74A
Voltage Open Circuit Voc(V)	21.6V
Short Circuit Current Isc(A)	1.93A
Temperature Coefficient Of Voc	-(80±10)mV/°C
Temperature Coefficient Of Isc	(0.065±0.015)%/°C
Temperature Coefficient Of Power	-(0.5±0.05)%/°C
NOCT (Air 20°C; Sun 0.8kW/m² wind 1m/s)	47±2°C

STC: 1000W/m² Irradiance, 25°C module temperature, AM1.5g spectrum according to EN 60904-3

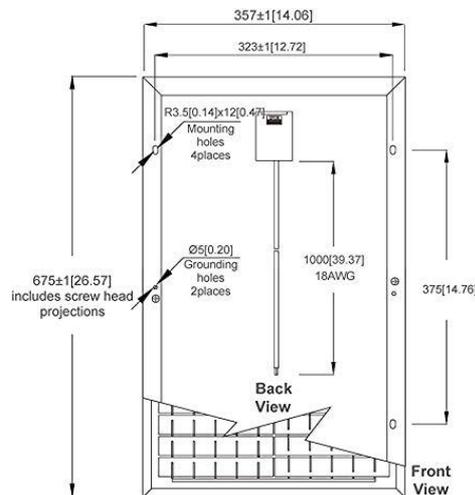
### MECHANICAL CHARACTERISTICS

Cells	Polycrystalline Silicon
No. Of Cells And Connections	36(2X18)
Module Dimension(mm/in.)	675[26.57]x357[14.06]x28[1.10]
Weight(kg/lbs)	2.86[6.31]
Packing Information(mm/in.)	720[28.35]x400[15.75]x90[3.54]/(2pcs/ctn)

### I-V CURVES (Irradiance: AM1.5, 1km/m²)



### MODULE DIAGRAM



Dimensions in brackets are in inches. Un-bracketed dimensions are in millimeters. Unit: mm[in.]



\*Specifications subject to technical changes and tests. NEWPOWA reserves the right of nal interpretation.

support@newpowa.com | www.newpowa.com

Figura 120 Hoja técnica de panel solar

## Aerogenerador



### Technical Parameters

model: P-50w

Name: Hyacinth

Rated Power: 50W

Rated Voltage: DC12/24V, AC12/24V

Rated Current: 4.4A/2.2A

Rated Speed: 1050r/m

Max Power: 65W

Quantity of Blade: 3 pcs

Starting Wind Speed: 3m/s

Cut-in Wind Speed: 3.5m/s

Cut-out Wind Speed: 15m/s

Engine (generator): Three-phase permanent magnet generator

Rotor Diameter: 1050mm

Blade Material: Carbon fiber reinforced plastics

Output Line Anti-winding Device: Overall three-phase commutator

Over-speed Wind Protection: Tip stall protection + turned protection + Electromagnetic brake

Life Span: 15 years

Equipment Surface Protection: Aluminum oxide + plastic coating

Working Temperature: -40°C-70°C

Net Weight: 2.5kg

Gross Weight: 3.5kg

Packing Dimension: 615\*260\*210mm

*Figura 121 Hoja técnica de aerogenerador*

## Controlador Solar



### Features:

Batt voltage: DC 12V/24V Auto

Charge /Discharge current: 10A

Max input Power 120W (12v system), 240W (24v system)

Max Solar input: < 50V (12V system Optimal charging voltage: 14V----20V)

Two USB output: 5V/3A

Load Mode: 24 hours, 1-23 hours, 0 hour

Battery Option : 1. AGM = Sealed, Flooded / OPEN. 2. GEL

Operating temperature: -35°C-60°C

Protection: short-circuit protection / open-circuit protection / reverse protection / over-load protection.

### Parameters:

Below Battery Voltage Control Parameters are in 12V system, please double the values in 24V system.

Equalization: B01: sealed 14.4V / B02: Gel 14.2V / B03: flood 14.6V

Float Charging Voltage: 13.7V

Low Voltage Disconnect Voltage: 10.7V

Low Voltage Reconnect Voltage: 12.6V

Battery Voltage Control Parameters (default,adjustable)

1. Floating charge Voltage (HVD 13.3V-14V)

2. Recovery after under Voltage (LVD 11V-13.5V)

3. Under Voltage protection (RVD 9V-12.3V)

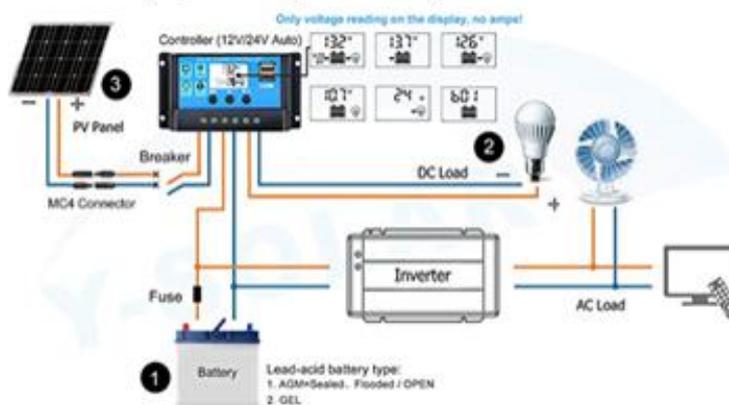
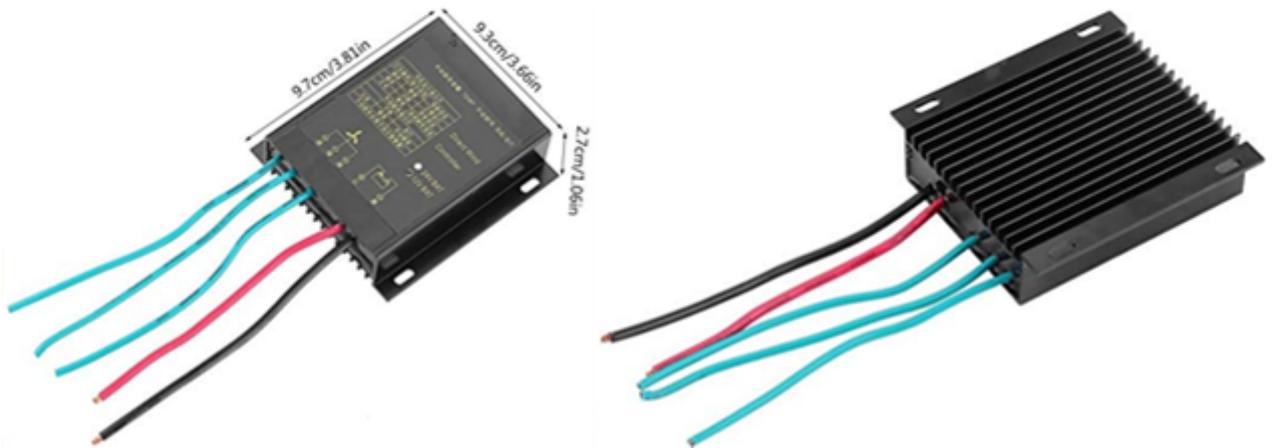


Figura 122 Hoja técnica de controlador solar

## Regulador Eólico



### Description:

This Wind Turbine Generator Charge Controller is well designed with auto-brake and manual brake function. It can be used to protect the wind generator and prevent the battery from overcharging. It can control the wind turbine generator battery charge automatically.

### Specification:

Condition: 100% Brand New

Material: Plastic

Color: Black

Rated Output Power: 400W

Battery Voltage: 12V / 24V(Optional)

Weight: approx. 242g

### Indicator Status:

Wind generator running indicator: Green Light(always bright) indicates normal operation

Green

Light(flashes) indicates charging Red Light(Always bright) indicates auto brake state

Manual brake indicator: Red(Always bright) indicates manual brake state

Manual brakes must be manually restored.

*Figura 123 Hoja técnica de regulador eólico*

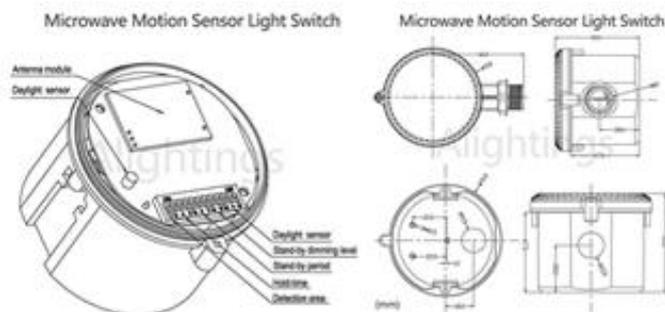
## Batería



Specifications				
Capacity (25°C)	10Hr(10A,1.75V)	5Hr (18.6A,1.75V)	3Hr(14.16A,1.75V)	1Hr(60.0A,1.70V)
	100Ah	93Ah	85Ah	60Ah
Dimensions	Length	Width	Height	Total Height
	13.2 inches	6.8 inches	8.5 inches	8.6 inches
Approx. Weight	60 lbs. ± 3%			
Internal Resistance	7.1mΩ			
Self Discharge	≤2% per month (25°C)			
Charge Voltage 25°C	Cycle Use		Float Use	
	14.2V(-24mV/°C),max charge current:15A		13.5V(-18mV/°C)	
Operating Temperature	-25°C to 45°C			
Shelf Life	9 months at 25°C			
Material	ABS Containers and Covers			

Figura 124 Hoja técnica de batería

## Sensor de movimiento dimerizable



### Specifications:

Power Consumption: less than 0.8W(standby), less than 1.5W(operation)

Transmitting Power: less than 0.5mW

Hold Time: 5s/30s/1min/3min/5min/10min/20min/30min

Daylight sensor: 5lux/ 15lux/ 30lux/ 50lux/ 100lux/ 150lux/ Disable

Detection area : 8m Max. ( radius) adjustable

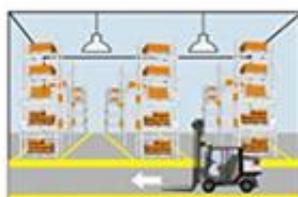
Stand-by period level: 0s/ 10s/ 1min/ 3min/ 5min/ 10min/ 30min/+∞

Stand-by dimming level:10% / 20% / 30% / 50%

Operation Temperature: -20C~55C

IP Rating: IP65

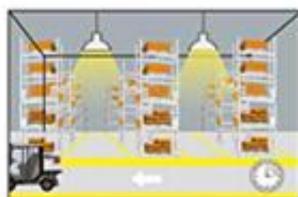
### How to Work



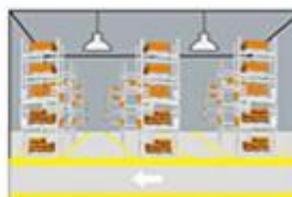
With sufficient ambient light, the sensor does not switch on the lamp.



With insufficient ambient light, the sensor switches on the lamp when motion is detected.



After hold time, the sensor dims the lamp at a low light level if no new motion trigger.



After stand-by period, the sensor switches off the lamp if no motion is detected in its detection zone.

Figura 125 Hoja técnica de sensor de movimiento