

*no/a.*

AUTOR

AÑO



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

**“SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA TIPO EVACUACIÓN  
ALIMENTADO POR MEDIO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO CON  
POSICIONAMIENTO Y CONTROL E IMPLEMENTACIÓN DE LUCES TIPO LED”**

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

**Profesor Guía**

Jorge Enrique Álava

**Autor**

Geovanny Santiago Murillo Landeta

**Año**

2018

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA**

"Declaro haber dirigido el trabajo, sistema de iluminación de emergencia tipo evacuación alimentado por medio de un sistema fotovoltaico con posicionamiento y control e implementación de luces tipo LED, a través de reuniones periódicas con el estudiante Geovanny Santiago Murillo Landeta, en el semestre 2018-33, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

---

MSc. Ing. Álava Jorge  
C.C. 170634807-3

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR**

"Declaro haber revisado este trabajo, sistema de iluminación de emergencia tipo evacuación alimentado por medio de un sistema fotovoltaico con posicionamiento y control e implementación de luces tipo LED, del Sr. Geovanny Santiago Murillo Landeta, en el semestre 2018-33, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

---

Ing. Andres Alulema  
C.C. 171529380-7

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE**

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

---

**GEOVANNY MURILLO**  
C.C. 1718428384

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente agradezco a Dios, mi familia y a los profesores, por haber guiado en esta meta propuesta.

Especial agradecimientos al Ing. Jorge Enrique Álava y al Ing. Andres Alulema por haber impartido sus conocimientos para el desarrollo de este trabajo.

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mis padres y a mi novia por el constante apoyo para lograr la meta trazada.

**GEOVANNY MURILLO**

## RESUMEN

En la actualidad se ha tratado en forma recurrente el tema generado por la crisis energética, se debe principalmente al aumento desproporcionado de la demanda de energía eléctrica, especialmente por parte de las industrias que cada vez consumen mayor cantidad de energía en sus procesos productivos.

Un factor importante que se debe considerar son los diferentes tipos de acontecimientos como incendios y movimientos telúricos que se puede dar, estos representan un riesgo potencial muy alto generando fallas en los sistemas eléctricos, es donde se necesita un sistema autónomo de iluminación para lograr la adecuada evacuación de las personas en las diferentes edificaciones.

La presente tesis plantea el estudio de un módulo de prueba de un sistema de iluminación de emergencia tipo evacuación alimentado por medio de un sistema fotovoltaico con posicionamiento y control de un motor a pasos e implementación de luces tipo LED, para el laboratorio de la Universidad de las Américas que apruebe validar su aplicación en las edificaciones, la cual será instalada con luminarias de emergencia LED, el objetivo de esto es, salvaguardar la vida de las personas.

Para esto, se utilizará un sistema de respaldo de energía en caso de falla o caída del suministro eléctrico, y la cuál manejará un controlador lógico programable marca siemens modelo 230 RCE, para el posicionamiento y control del panel solar acompañado por un banco de baterías, también se utilizará componentes de bajo consumo de corriente, que permitirán una mayor duración del tiempo de autonomía del sistema.

## **ABSTRACT**

Currently, the energy crisis has been recurrently discussed, mainly consisting in the disproportionate increase of the electric energy, mostly by industries that have increased the use of energy for their productive processes.

An important subject to be considered is diverse types of events, such as fire and seismic movements. They imply a high potential risk that can cause failures in electric systems, where an autonomous supply system is needed in order to let people evacuate from buildings.

The current thesis proposes the study of the testing module of an emergency illumination system for evacuations purposes supported by a photovoltaic system with positioning and control by a phases motor and the implementation of LED-type lights. The laboratory of Universidad de las Américas is supposed to approve its use in buildings, to be installed with LED emergency lamps, intended to safeguard people's life.

For that purpose a power back-up system shall be used in case of an electric failure or a cut in the electric supply, which will be managed through a Siemens 230 RCE programmable logic controller, for positioning and control of the solar panel, accompanied by a batteries bank. Low-power consumption shall also be used, which shall allow a longer autonomy to the system.

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
1. CAPÍTULO I. GENERALIDADES .....	2
1.1 Antecedentes .....	2
1.2 Formulación del Problema .....	3
1.3 Solución.....	4
1.4 Aporte.....	4
1.5 Objetivo General.....	4
1.6 Objetivos Específicos .....	5
1.7 Alcance .....	5
1.8 Justificación del proyecto .....	6
1.8.1 Justificación Teórica.....	6
1.8.2 Justificación Práctica.....	7
1.9 Justificación Metodológica .....	7
1.9.1 Método descriptivo .....	7
1.9.2 El método inductivo .....	7
1.9.3 El método deductivo.....	9
2. CAPÍTULO 2. Marco Teórico.....	10
2.1 Historia de los paneles solares .....	10
2.2 Evolución de los paneles fotovoltaicos .....	10
2.2.1 Pasado.....	11
2.2.2 Actualidad .....	11
2.3 Celdas Fotovoltaicas.....	12

2.3.1 Características .....	12
2.4 Elementos de las Celdas Fotovoltaicas.....	12
2.5 Radiación Solar .....	15
2.6 Energía solar fotovoltaica .....	16
2.7 Sistema de seguimiento solar.....	17
2.8 Panel fotovoltaico .....	19
2.9 Regulador de Voltaje.....	20
2.10 Batería .....	21
2.10.1 Partes de la Batería .....	22
2.10.2 Tipos de Baterías.....	22
2.10.3 Vida útil del as baterías solares .....	23
2.11 Inversor de voltaje .....	25
2.12 Motor DC.....	26
2.12.1 Motor de pasos .....	26
2.13 Iluminación LED.....	27
2.14 Iluminación de emergencia.....	27
2.15 Sistemas de iluminación alimentada por el sistema..... fotovoltaico en caso de fallas del suministro eléctrico .....	28
2.16 Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC..... riesgo sísmico, evaluación.....	29
2.17 Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección..... Contra Incendios del Ecuador.....	30
2.17.1 Iluminacion y señalizacion de..... Emergencia para los medios de egreso.....	30
2.17.2 Señalizacion de iluminacion de emergencia.....	32

2.18	Cómo funciona el sistema fotovoltaico.....	32
2.19	Introducción al PLC.....	34
2.20	Sistema de control automatizado logo programable.....	34
2.21	Estructura básica del PLC.....	35
2.22	Procesador.....	36
2.22.1	Memoria .....	36
2.23	Tipos de memoria.....	37
2.23.1	Memoria de almacenamiento de datos.....	37
2.23.2	Memoria de almacenamiento de usuario.....	38
2.24	Entradas y salidas.....	39
2.24.1	Dispositivos de entrada.....	39
2.24.2	Dispositivos de salida.....	39
2.24.3	Señales Digitales.....	40
2.24.4	Señales Analógicas.....	41
2.25	Alimentación .....	41
2.26	Programación de LOGO!.....	42
2.27	Software de LOGO! .....	43
2.28	Descripción general de la interfaz.....	43
3.	<b>CAPITULO III</b> .....	45
3.1	Cálculos del sistema fotovoltaico .....	45
3.2	Potencia Instalada.....	45
3.3	Consumo .....	45
3.4	Elección del Inversor .....	46
3.5	Análisis del recurso solar.....	48

3.5.1 Atlas Solar de Quito.....	48
3.6 Dimensionamiento Banco de Baterías.....	50
3.6.1 Batería de 12V con capacidad de 150Ah.....	52
3.7 Dirección Instalación del Panel en Ecuador .....	54
3.7.1Declinación Solar.....	54
3.8 Cálculo de paneles .....	57
3.9 Selección del regulador de carga.....	58
3.10 Elección del Motor a pasos.....	59
3.10.1 Características eléctricas del motor.....	59
3.10.2 Características mecánicas del motor.....	59
3.11 Driver de motor paso a paso 3.5A (TB6600).....	61
3.11.1 Características.....	62
3.12 Relé 12V Marca Omron.....	63
3.13 Estructura del Panel Solar .....	63
3.14 Esquema de la estructura .....	64
3.15 Descripción de la cadena y las ruedas .....	65
3.16 Elección de la luz de emergencia.....	66
3.16.1 Descripción.....	66
3.16.2 Formade uso.....	66
3.17 Circuito y programación del Sistema fotovoltaico.....	67
3.18 Funcionamiento de la programación del sistema fotovoltaico .....	68
4. CAPITULO IV.....	73
4.1 Vida útil de la instalación.....	73

4.2 Cálculo del consumo mensual de las luces de emergencia..... Hagroy.....	73
4.3 Análisis de la luminaria de emergencia Hagroy .....	74
4.4 Garantías y expectativa de vida útil de los equipos .....	75
4.5 Presupuesto del sistema fotovoltaico .....	75
CONCLUSIONES .....	77
RECOMENDACIONES.....	79
REFERENCIAS .....	80
ANEXOS .....	83

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Primer Panel solar.....	11
Figura 2. Panel Solar Actual.....	11
Figura 3. Silicio Monocristalino.....	12
Figura 4. Semiconductor extrínseco Tipo N .....	13
Figura 5. Semiconductor extrínseco Tipo P .....	13
Figura 6. Huecos y Electrones. ....	13
Figura 7. Celda Fotovoltaica. ....	15
Figura 8. Radiación Solar.....	16
Figura 9. Componentes de un sistema fotovoltaico. ....	17
Figura 10. Panel Solar tipo árbol.....	17
Figura 11. Panel Solar tipo domo.....	18
Figura 12. Panel Solar con base ajustable.....	18
Figura 13. Panel Solar, Base con movimiento automatizado.....	19
Figura 14. Panel Solar.....	19
Figura 15. Regulador de Voltaje.....	21
Figura 16. Partes de la Batería. ....	22
Figura 17. Baterías Plomo Ritar. ....	22
Figura 18. Batería de Litio. Tomado de: .....	23
Figura 19. Ciclos de carga/descarga.....	24
Figura 20. Relación temperatura vs vida de la batería.....	24

Figura 21. Inversor de voltaje.....	25
Figura 22. Motores a pasos.....	26
Figura 23. Luz de Emergencia. ....	28
Figura 24. Motores a pasos.....	28
Figura 25. Zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona.....	
Z.....	30
Figura 26. Esquema y secuencia de conexión de un sistema auxiliar de energía.....	
iluminación.....	33
Figura 27. LOGO 230 RCE. ....	35
Figura 28. Estructura de un PLC.....	36
Figura 29. Memoria de Datos.....	38
Figura 30. Memoria del Usuario.....	39
Figura 31. Entradas Digitales. ....	40
Figura 32. Entradas Analógicas. ....	41
Figura 33. Estructura del LOGO.....	42
Figura 34. Interfaz de Usuario.....	44
Figura 35 Inversor Phoenix 12/375 Victron Energy.....	48
Figura 37. Atlas Solar de Quito. ....	48
Figura 37. Ritar Power DC12150 12Vdc 150Ah.....	53
Figura 38. Declinación Solar. ....	54
Figura 39 Gi Power GP-100P-36 Policristalino 100W.....	58
Figura 40. Phocos CML 10A. ....	58

Figura 41. Esquema bipolar motor paso a paso de 4 cables. ....	60
Figura 42. Motor a pasos Nema 23. ....	60
Figura 43. Diagrama de conexión driver. ....	61
Figura 44. Controlador de motores paso a paso 3.5A (TB6600). ....	62
Figura 45. Relé Omron de 12V. ....	63
Figura 46. Estructura trasera del panel solar. ....	64
Figura 47. Estructura del Panel Solar. ....	64
Figura 48. Discos y Cadena. ....	65
Figura 49. Cadena. ....	65
Figura 50. Luz de Emergencia Hagroy. ....	66
Figura 51. Circuito del sistema fotovoltaico. ....	67
Figura 52. Diagrama de Funciones FUP. ....	71
Figura 53. Esquema de Contactos KOP. ....	72

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Tipos y Características del Panel Solar</i> .....	20
Tabla 2. <i>Áreas de la Interfaz de Usuario</i> .....	44
Tabla 3. <i>Determinación de cargas del sistema fotovoltaico</i> .....	46
Tabla 4. <i>Datasheet del Inversor</i> .....	46
Tabla 5. <i>Elección del inversor</i> .....	47
Tabla 6. <i>Comparación de la radiación solar</i> .....	49
Tabla 7. <i>Parámetro de números de días de autonomía</i> .....	50
Tabla 8. <i>Rendimiento del sistema</i> .....	51
Tabla 9. <i>Elección de la Batería</i> .....	52
Tabla 10. <i>Factor K para Quito</i> .....	55
Tabla 11. <i>Potencia pico del sistema</i> .....	56
Tabla 12. <i>Número de paneles que requiere el sistema</i> .....	57
Tabla 13. <i>Presupuesto del sistema fotovoltaico</i> .....	76

## INTRODUCCIÓN

Desde un principio hasta hoy en día, el mundo se está viendo enfrentado a problemas energéticos, debido al agotamiento de las reservas mundiales de petróleo, el cual es utilizado como fuente directa de energía (motores de vehículos u otros), o bien para que a través de él se generen otras energías (eléctrica por ejemplo), este fenómeno irreversible ha sido denominado como “Crisis Energética”. Las razones pueden ser muchas: aumento del consumo de energía eléctrica debido al constante crecimiento, tanto del sector residencial, como del sector industrial, quienes son los que demandan la mayor cantidad de energía, aumento del parque automotriz, agotamiento de recursos naturales como el agua dulce, junto con el ya mencionado petróleo.

Este proyecto es una invitación para que se tenga en cuenta a las energías renovables, como fuentes primarias; que sean ellas las que muevan y proyecten el mundo, con nuevas perspectivas a la hora de abordar proyectos; los cuales necesiten de materias primas, procesos de transformación, aplicación y generación de una sostenibilidad ambiental completa.

Para llevar a cabo esta investigación se necesita del diseño de un módulo de prueba de un sistema fotovoltaico para el laboratorio de la Universidad, con posicionamiento de un grado de libertad, donde el sol incida perpendicularmente al panel solar, generando energía limpia para que pueda alimentar a las luminarias de emergencia, cumpliendo con las normas establecidas para las diferentes edificaciones, funcionando al existir un corte de energía.

## 1. CAPÍTULO I. GENERALIDADES

### 1.1 Antecedentes

Este proyecto es una invitación para que tengamos un avance a las energías renovables, como fuentes primarias; que generen y promuevan al mundo, con nuevos aspectos a la hora de abordar proyectos; los cuales necesiten de materias primas, procesos de transformación, aplicación y generación de una sostenibilidad ambiental fiable.

El planteamiento del uso de la energía solar se remonta a épocas longevas, donde la agricultura, por si misma no se podía idear sin la utilización constante de la energía emanada del sol, siendo más exactos y poniendo a consideración el uso de la energía solar con ayuda de sistemas más sofisticados se podría hacer referencia al año 212 A.C. uno de los primeros físicos, Arquímedes, con ayuda de un mecanismo generador de un haz de luz de alta intensidad atacó una flota romana en la ciudad de Siracusa, eliminando parte de sus naves.

Las características físicas, geográficas y sociales que tiene América, y Ecuador en especial, lo hacen vulnerable ante la manifestación de diversas amenazas, tanto naturales como generadas a consecuencia de los actos del ser humano. En el momento que estas amenazas se presentan, influyen directamente en el ser humano, sobre sus obras y su ambiente de manera directa. Esos efectos se vuelven notorios sobre el desarrollo y desenvolvimiento de la vida social y económica, a partir de este hecho se vuelve necesario implementar medidas para la reducción y control de estos efectos ante desastres.

Este proyecto aporta al análisis de un módulo de prueba de un sistema fotovoltaico con posicionamiento y control, que contribuya en el mejoramiento del sistema de iluminación para casos de emergencia en todo el país.

Ecuador, gracias a su ubicación privilegiada sobre el planeta, posee un promedio de seis horas de luz con un ángulo de incidencia perpendicular, cualidad desaprovechada que invita al uso de medios para la adquisición de esta energía y usarla como alternativa favorable para el medio ambiente. En la actualidad

existen hoteles, edificios habitacionales y de oficinas, que se abastecen parcial o totalmente de electricidad mediante esta energía.

Los reglamentos y normas nacionales e internacionales establecen parámetros específicos a seguir para la realización de diseños de sistemas de iluminación de emergencia, haciendo considerable el grado de importancia de proyectos que permitan destacar fallas y las posibles soluciones.

En este proyecto se pretende el desarrollo y ensamblaje de un módulo de prueba o de laboratorio que permita analizar la gestión energética en las instalaciones fotovoltaicas autónomas donde se implementará un “Sistema de iluminación de emergencia para evacuación conectado a un sistema fotovoltaico con control de posicionamiento e implementación de luces tipo LED”.

Con el posicionamiento automático de un grado de libertad con tres movimientos controlados con el reloj del PLC se pretende que la incidencia solar sea de forma perpendicular sobre el panel solar, mejorando su rendimiento.

## **1.2 Formulación del Problema**

Actualmente en la ciudad de Quito, las edificaciones cuentan con sistemas de emergencia que permite una autonomía de un tiempo determinado, además de que todo el tiempo está usándose la energía eléctrica para cargar las baterías donde el sistema puede fallar en cualquier momento, pero no existe un abastecimiento de energía que garantice la alimentación de las luces de emergencia y favorezca el cuidado medio ambiental y facilite la iluminación de vías de evacuación en una emergencia.

Además, se va repotenciar al módulo de prueba de emergencia permitiéndole al usuario gestionar la instalación fotovoltaica autónoma de una forma sencilla y cómoda, respecto a la iluminación de la señalética de vías de evacuación en emergencias.

También se debe investigar sobre avances tecnológicos en los sistemas de control y posicionamiento respecto al sol, eficiencia de carga en baterías y paneles solares usando energías renovables que ayudan en la remediación del medio ambiente.

Con el tiempo se debe conseguir los equipos y materiales a utilizar dentro de este proyecto y lograr realizar la programación del sistema de control con el PLC de la Universidad, con lo anteriormente descrito, se plantea la siguiente pregunta:

¿Cómo debería diseñarse para que cumpla con lo requerido y para el software que tipo de control se debería usar para que el módulo de prueba del sistema fotovoltaico se establezca?

Una vez implementado el módulo de prueba fotovoltaico: ¿Qué datos son necesarios para comprobar el estado de validez del sistema de posicionamiento?

### **1.3 Solución**

Implementación de sistemas de iluminación para emergencia de evacuación energizada a través de un módulo de prueba de un sistema fotovoltaico autónomo que no dependa del sistema eléctrico central que en caso de sismo normalmente suele fallar.

### **1.4 Aporte**

La implementación de un sistema basado en la energía renovable, que favorezca e impulse el cuidado medio ambiental, y cumpla con la iluminación en circunstancias de evacuación de emergencia.

### **1.5 Objetivo General:**

Analizar un sistema de iluminación de emergencia de evacuación energizado por un módulo de prueba de un sistema fotovoltaico, con posicionamiento controlado por PLC para los diferentes tipos de edificaciones.

## 1.6 Objetivos Específicos:

- Identificar y analizar los principios y el funcionamiento de los sistemas fotovoltaicos.
- Definir los materiales y equipos a utilizar para el ensamblaje de un sistema de panel solar con posicionamiento controlado por PLC.
- Definir y dimensionar un sistema centralizado de iluminación de emergencia para establecer parámetros y selección de materiales.
- Revisar los reglamentos y normas de prevención contra incendios y sismos en el Ecuador, obteniendo el estudio y análisis adecuado para un sistema de iluminación de emergencia.
- Configurar y programar un PLC dentro del entorno LOGO! Soft Comfort V7.0 para el control del motor a pasos para el movimiento del panel solar y la secuencia de encendido para la iluminación de la salida de emergencia.
- Utilizar el reloj analógico programable de LOGO! Soft Comfort V7.0 para controlar el movimiento en tres sentidos aprovechando la primera y la última hora de sol en sentido Este y Oeste del panel solar para la recopilación de datos y su respectivo análisis.
- Realizar análisis de costo-beneficio para poder determinar la viabilidad del proyecto.

## 1.7 Alcance:

El alcance inicial de la presente tesis se basa en la aplicación práctica de los modelos fotovoltaicos de energía donde se requiera de su instalación, una vez detectada la falta de alimentación de la red pública, mediante el uso de modernos métodos tecnológicos que causen mínimo impacto al medio ambiente y favorezca la protección exclusiva de nuestra ecología.

En este proyecto se pretende el desarrollo y conformación de un equipo que permita la gestión energética en las instalaciones fotovoltaicas autónomas donde se implementará un “Sistema de iluminación de emergencia para evacuación alimentado mediante un módulo de prueba de un sistema fotovoltaico con control de posicionamiento por PLC e implementación de luces tipo LED”, utilizando un

panel solar, donde se recepta la radiación solar, y es almacenada en una batería; un inversor de voltaje con entrada de 12 VDC y salida 110 VAC para abastecer de energía en casos emergentes cuando se produzca un corte total de energía en caso de una emergencia, para el caso de estudio a un PLC y a la edificación por un tiempo determinado.

La energía solar, hoy en día está siendo analizada e investigada en gran medida, en un futuro no muy lejano representará la mejor opción de obtención de energía natural en forma eficiente colaborando en el bienestar del planeta. Este estudio ayudará en la orientación hacia otras formas de vías energéticas, sin utilización de estiaje, idóneo en la aplicación sobre otros campos de la tecnología.

## **1.8 Justificación del proyecto:**

### **1.8.1 Justificación Teórica**

La investigación está dirigida a un estudio netamente educativo para el Laboratorio de la Universidad de las Américas, con ayuda de los conocimientos obtenidos sobre sistemas motrices y de control, todos encaminados a materias como Bases de Electrónica, Circuitos Digitales, Cableado de Sistemas Domóticos, y aplicaciones con PIC's en el transcurso de la carrera, consiguiendo desarrollar habilidades en el área de Domótica para diferentes aplicaciones.

El presente proyecto técnico permite utilizar las tecnologías aplicadas a la automatización y control inteligente de edificaciones, logrando un ahorro energético, mejorando la seguridad del usuario, elevando el confort del mismo.

En lo que comprende al estudio de la Domótica, se obtuvo conocimiento en los laboratorios realizando prácticas e investigaciones para dar solución real a los problemas que se pueden presentar en una emergencia ante una falla de energía en edificios, en este caso se implantará un módulo de prueba o de laboratorio que permita el análisis de un sistema fotovoltaico autónomo que no dependa de la red eléctrica, acompañada de luces de emergencia marca Hagroy para una adecuada evacuación del edificio y así salvaguardar las vidas humanas.

Para implementar el control de posición del módulo de prueba fotovoltaico se utilizó un PLC, un inversor, un regulador de voltaje y un motor paso a paso. También será necesario el uso de un driver para el control del motor a pasos, componentes electrónicos, eléctricos y otros elementos necesarios para el armado del sistema.

### **1.8.2 Justificación Práctica**

En la Universidad de las Américas (UDLA) y en toda comunidad Universitaria que cuenten con edificaciones, es imprescindible disponer de sistemas de seguridad, en especial, haciendo referencia a la iluminación y la existencia de la correspondiente señalética de evacuación y de rutas de emergencia. Por esta razón se ideó un sistema de iluminación para emergencias a base de LEDs, que conste de una fuente de respaldo que mantenga cargada las baterías de las luces de emergencia Hagroy. Debido a que durante una emergencia las baterías del módulo de prueba de un sistema fotovoltaico no es necesario tener energizadas las luminarias, mediante una señal del PLC se corta la energía de las luces de emergencia Hagroy para que comience su funcionamiento y se enciendan hasta que se logre el control del suceso imprevisto.

## **1.9 Justificación Metodológica**

### **1.9.1 Método descriptivo:**

Para el empleo de esta propuesta se debe realizar un diagnóstico de las luminarias de emergencia existentes en las edificaciones, la potencia instalada para la iluminación, se procederá a verificar las instalaciones eléctricas para saber su estado y las condiciones en la que se encuentra.

### **1.9.2 El método inductivo**

Esta investigación se analiza bajo principios de funcionamiento y optimización en el uso de energía solar y su respectiva transformación en energía eléctrica mediante un panel fotovoltaico donde la energía contenida en los fotones de luz, resultado de la radiación del sol, actúa sobre los electrones en el material

semiconductor provocando el movimiento de los mismos, generando a su vez un flujo de corriente y obteniendo de esa forma energía eléctrica.

Esta aplicación incorpora equipos básicos como un panel fotovoltaico, regulador, batería, inversor y equipos con alimentación de 110 VAC Y 12 VDC, luminarias de emergencia y equipos cuya alimentación es 110 o 220 VAC con frecuencias de 50 o 60 Hz que se incorporan a un inversor de corriente.

El módulo de prueba consta de un motor eléctrico que proporciona movimiento al panel solar, controlado mediante un PLC, el panel tendrá 3 posiciones que variarán según el ángulo de incidencia del sol que va de Este a Oeste y que se rigen estrictamente a horarios previamente programados.

El módulo de prueba fotovoltaico contará con una estructura metálica para soporte, sujeción y movimiento del panel solar conformado por un modelo mecánico a base de cadena y platos conectados al motor para lograr el movimiento requerido según las especificaciones de diseño

En el planteamiento de la conexión de la iluminación de emergencia es necesario el uso del software AutoCAD en el cual se dispondrán las luminarias tal que cumplan con las normas y especificaciones.

En este proyecto se aplicará una nueva tecnología de iluminación tipo LED para emergencias para el aprovechamiento energético, que permita la adaptación a cualquier necesidad, esto dependerá del tipo de iluminación y la zona de instalación.

La programación del Controlador Lógico Programable se realizará en el software LOGO! Soft Comfort V7.0 en el lenguaje de Escalera (Ladder), en donde constará el control maestro de las funciones del panel solar, así como las secuencias de pulsos correspondiente para el control del motor a pasos que se encargará del movimiento del sistema, controlando posición y velocidad del mismo, y el correspondiente funcionamiento de encendido de la iluminación de emergencia.

Se debe considerar los planos de emergencia, rutas de evacuación a utilizarse debido a que es lo más importante en un proyecto saber con exactitud lo que se va instalar, tanto en paneles como luminarias a fin de realizar el respectivo análisis de costo-beneficio para determinar la factibilidad del proyecto.

### **1.9.3 El método deductivo:**

Permite obtener un enfoque generalizado de los temas desarrollados en este proyecto, relacionando los conocimientos adquiridos en la trayectoria de la Tecnología.

En la actualidad, el uso de energías renovables se encuentra en aumento, lo cual supone la posibilidad de replicar este proyecto en los diferentes tipos de edificaciones y sedes de Universidades.

## **2. CAPITULO 2. Marco Teórico**

### **2.1 Historia de los paneles solares**

Sus orígenes se remontan desde 1839, con el descubrimiento del científico francés Alexandre Edmond Becquerel, que descubrió por casualidad el conocido efecto fotoeléctrico existente en soluciones líquidas.

En 1885 el profesor inglés, Grylls Adams, realizó experimentos con selenio (elemento semiconductor), y se enfocó en su reacción con la luz con lo que posteriormente descubrió un flujo de energía conocido como " efecto fotoeléctrico". (Arenas & Zapata Castaño, 2011).

En 1893 un inventor norteamericano, Charles Fritts, construyó la primera célula solar, la cual constaba de una eficiencia del 1%. Esta célula fue conformada mediante el uso de selenio como principal semiconductor, cubierta con una ligera capa de oro. A causa del costo elevado de construcción de la célula, se utilizó posteriormente para usos distintos de la generación de electricidad. (Arenas & Zapata Castaño, 2011).

Albert Einstein realizó investigaciones de rigurosidad sobre el efecto fotoeléctrico descubriendo que, al exponer a la luz violeta, los fotones tienden a arrancar electrones de un metal produciendo un flujo de corriente. Investigación que le concedió ganar el Premio Nobel de Física en 1921. (Arenas & Zapata Castaño, 2011).

### **2.2 Evolución de los paneles fotovoltaicos**

El inventor estadounidense Russel Ohl, creó y patentó las primeras celdas solares a base de "silicio" en 1946, pero en Laboratorios Bells, Gerald Pearson, creó por accidente una celda fotovoltaica de mayor eficiencia con silicio, gracias a este descubrimiento Daryl Chaplin y Calvin Fuller lograron mejorar estas celdas solares desarrollándolas para usos más prácticos.

En 1954 empezó la producción de paneles solares, los cuales fueron utilizados en gran porcentaje en satélites espaciales. A partir de los años 70's su uso fue

promocionado en calculadoras con autonomía de energía que aun hoy en día se siguen utilizando.

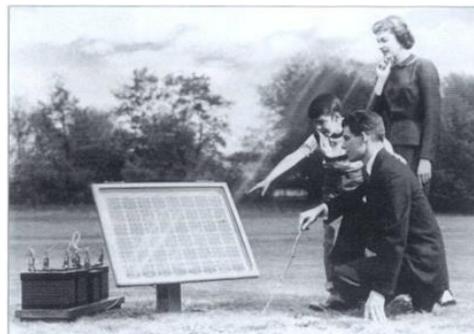
### 2.2.1 Pasado

Primer panel

Laboratorios Bell de Estados Unidos – 1954.

Eficiencia de 2%.

Costo: 1800 USD 1 W.



*Advertisement photos, such as this one that appeared in the 1956 issue of Look Magazine, show off the "Bell Solar Battery" to the American public.*

**Figura 1.** Primer Panel solar. Tomado de: <http://powertripenergy.com/bell-solar-battery/>

### 2.2.2 Actualidad

Eficiencia de 25%.

Costo: 0,7- 1,2 USD 1W.



**Figura 2.** Panel Solar Actual. Tomado de: <https://www.linio.com.mx/p/panel-solar-fotovoltaico-policristalino-iusa-448137-toe2z2>

## 2.3 Celdas Fotovoltaicas

Las células solares son dispositivos contruidos a partir de semiconductores que transforman energía solar en energía eléctrica, su principio de funcionamiento es descrito mediante el efecto fotoeléctrico, el cual describe que un haz de luz, cuya incidencia sobre un elemento semiconductor conformado por dos capas genera una diferencia de potencial. El voltaje generado proporciona un flujo de corriente mediante un circuito externo para producir trabajo útil.

La célula solar fotovoltaica que más frecuentemente se utiliza consta de una lámina de silicio cristalino de un espesor alrededor de 0,3 mm. Su proceso de elaboración requiere un alto nivel de ingeniería, sofisticación y precisión para lograr la homogeneidad requerida del material.



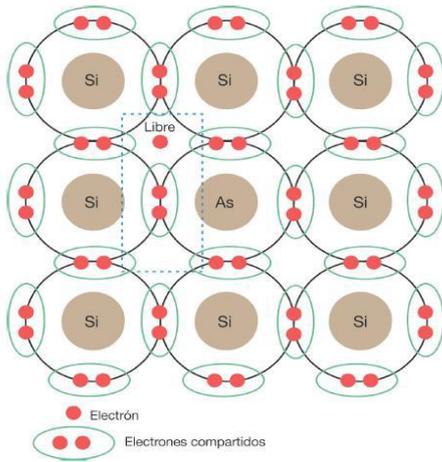
**Figura 3.** Silicio Monocristalino. Tomado de: <http://naukas.com/2011/12/13/cuestion-de-impurezas/>

### 2.3.1 Características

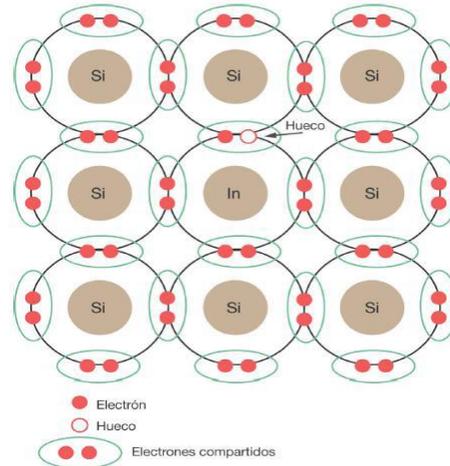
- Son fabricados de material semiconductor (Silicio, Galio).
- Funciona como aislante o conductor bajo ciertas condiciones.
- Un alto porcentaje de paneles son elaborados con silicio, material considerado el segundo elemento más abundante de la tierra.

## 2.4 Elementos de las Celdas Fotovoltaicas

El campo eléctrico se genera por la polarización de dos zonas de la celda fotovoltaica. La zona superior de la celda tiene una carga negativa y mientras que la zona inferior posee carga negativa para crear la unión p-n.



**Figura 4.** Semiconductor extrínseco Tipo N



**Figura 5.** Semiconductor extrínseco Tipo P

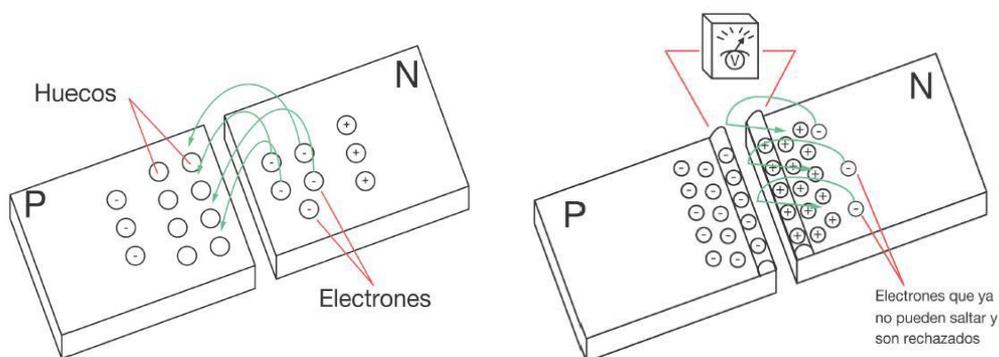
Tomado de: (Briceño, 2010).

De tal manera que se consigue así que una de sus zonas tenga:

**Defecto de electrones**, denominada zona p o positiva, de manera general esto se consigue a partir de añadir una porción pequeña de Boro al Silicio tal que se obtenga 3 electrones de valencia para la interacción de capas.

**Exceso de electrones**, llamada zona n o negativa, cátodo o emisor, está conformada por la difusión de P (Fósforo) que dispone de 5 electrones en su última órbita.

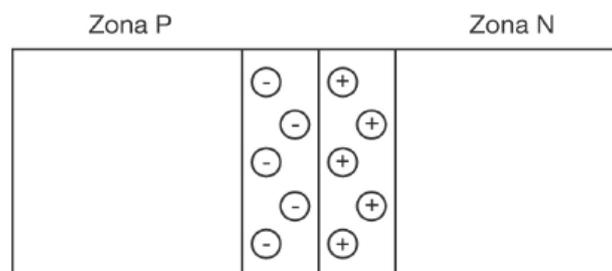
Esta diferencia de carga eléctrica produce un campo eléctrico el cual se encarga la reubicación de los electrones atravesando la superficie de la capa N, generando un flujo de corriente eléctrica.



**Figura 6.** Huecos y Electrones. Tomado de: Briceño, 2010

Cuando un semiconductor tipo n y otro tipo p se unen, la concentración inicial desigual de electrones y huecos facilita la transferencia de los mismos a través de la juntura p-n. Como resultado, se genera una capa doble con carga en la juntura igual al efecto de un condensador de placas paralelas.

La celda fotovoltaica está conformada de contactos eléctricos para poder obtener acceso a la energía producida cuando se la ilumina. Los contactos tienen un diseño de ramificaciones en donde se produce la incidencia lumínica. Además, la ramificación recauda mejor los electrones sobre toda la superficie de la celda. El objetivo es tener un óptimo contacto eléctrico, de baja resistividad al mismo tiempo que reduce la sombra al mínimo para que los fotones resultado de la radiación puedan llegar e interactuar con la célula.



**Figura 7.** Celda Fotovoltaica. Tomado de: Briceño, 2010

## 2.5 Radiación Solar

Se conoce por radiación solar al espectro de radiación emitida por el sol. La radiación del sol posee longitudes de onda que van desde el espectro infrarrojo hasta el espectro ultravioleta. Dentro del espectro de radiación que produce el sol, no todo el rango alcanza la superficie terrestre puesto que las ondas ultravioletas, con longitud de onda más corta, son absorbidas en la atmósfera por el ozono principalmente.

El sol irradia a diario enormes cantidades de energía; solo una parte de ésta es recibida por la Tierra. Esta cantidad de energía que percibimos en un día es capaz de lograr cubrir la demanda energética del planeta en un año. No obstante, solo una fracción de esta energía puede ser utilizada de forma efectiva, el resto es absorbido por la atmósfera o termina siendo reflejada al espacio.

El porcentaje de la luz que percibe la superficie de la Tierra es variable de acuerdo al instante del día, año, lugar en el globo terrestre y condiciones climáticas. El total de energía que ha sido registrada por día y anual se cataloga como “radiación”, ésta indica la intensidad de luz recibida. La radiación se expresa en  $Wh/m^2$  por día, si es en una alta cantidad se considera en  $KWh/m^2$  por día. (Briceño, 2010).

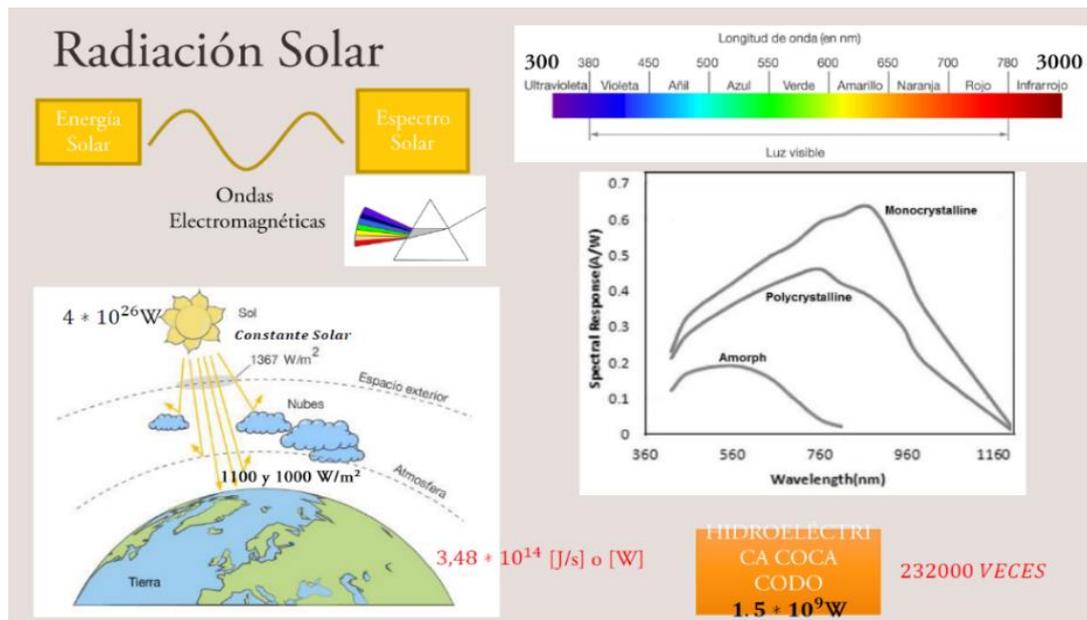


Figura 8. Radiación Solar. Adaptado de: Briceño, 2010

## 2.6 Energía solar fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica es energía expresada en electricidad la cual genera corriente continua a partir de la incidencia de un haz de luz sobre elementos semiconductores cuyo principio de funcionamiento es en base al diodo, para el caso conocido como células fotovoltaicas.

La incidencia directa del haz de luz sobre el panel provoca la excitación de electrones del semiconductor, estimulando saltos de los mismos, induciendo un flujo de corriente en dirección contraria al flujo de electrones, generando una diferencia de potencia representativa capaz de ser obtenida para el respectivo tratamiento, almacenamiento y consumo.



**Figura 9.** Componentes de un sistema fotovoltaico. Adaptado de: Briceño, 2010

## 2.7 Sistema de seguimiento solar

En los sistemas fotovoltaicos hay diferentes maneras de realizar una buena adquisición de la radiación solar, esto depende de colocación y del tipo de sistema, ya sea estático, o automático.

Un sistema estático puede representarse de dos formas: tipo árbol y esférico.

La representación tipo árbol consta de un adecuado orden y ubicación de paneles, para dar una sensación omnidireccional, en los cuales la incidencia del sol pueda ser directa la mayor parte del tiempo. (Tokman, 2017).



**Figura 10.** Panel Solar tipo árbol. Tomado de: <http://eraexacta.com/es/the-electree-fotosintesis-electrica/>

La representación esférica procura en cambio enfocar la incidencia de los fotones de manera omnidireccional en un panel con forma de domo, pero su

rendimiento es menor dado que la los haces de luz no son directos para todos los puntos. (Tokman, 2017).



**Figura 11.** Panel Solar tipo domo. Tomado de: <http://www.sitiosolar.com/bubblesun-el-colector-solar-semiesferico/>

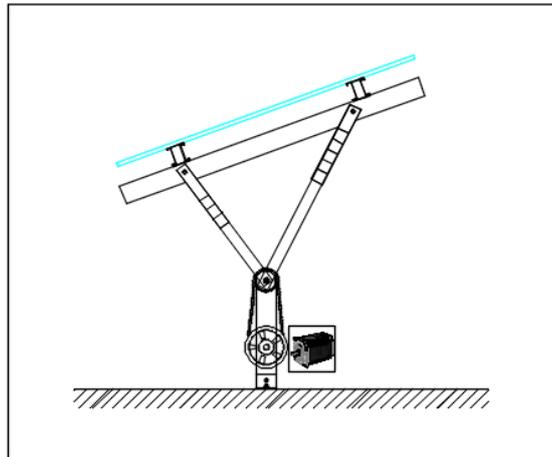
Un sistema automático puede ser conformado en cambio a base de paneles solares planos con un mecanismo compuesto de sensores fotoeléctricos y motores que le den la correspondiente ubicación y movimiento para la operación correspondiente de seguimiento del sol.



**Figura 12.** Panel Solar con base ajustable. Tomado de:

[https://es.pngtree.com/freepng/solar-panels-png-vector-material\\_2687756.html](https://es.pngtree.com/freepng/solar-panels-png-vector-material_2687756.html)

En este proyecto se va utilizar un módulo de prueba automático compuesto por un motor a pasos para que gire en tres pasos establecidos ( $45^\circ$  de diferencia) de Este a Oeste en el día, a las horas programadas con la ayuda del control PLC, con la factibilidad de movimiento en un eje dada la ubicación en latitud 0 en que se encuentra Ecuador, especialmente en Quito, facilitando la perpendicularidad de los haces incidentes de luz.



**Figura 13.** Panel Solar, Base con movimiento automatizado.

## 2.8 Panel fotovoltaico

Los paneles fotovoltaicos son módulos que convierten energía solar en energía eléctrica mediante reacciones químicas y físicas ocurridas en semiconductores específicos ante la exposición de la radiación solar. El funcionamiento óptimo de estos radica a partir de un conjunto de paneles interconectados en serie y en paralelo dependiendo de sus características para satisfacer los requerimientos sobre la demanda de energía para la cual estén siendo usados.

Para el caso en estudio, un panel solar fotovoltaico de 50W y 12Vdc resulta ideal, compatible con reguladores de voltaje con capacidad de 5A, a su vez conectado a una batería de ciclo profundo de 40 Ah, siendo capaz de cubrir las necesidades del módulo de prueba a implementar.



**Figura 14.** Panel Solar. Tomado de: <http://www.directindustry.es/prod/suntech-power-corporation/product-54793-1894490.html>

Los tipos de paneles solares difieren según la tecnología de fabricación y el material del cual se constituyen las celdas:

- Silicio (Monocristalino, Policristalino).
- Silicio amorfo

**Tabla 1.**

*Tipos y Características del Panel Solar*

Células	Silicio	Rendimiento Laboratorio	Vida Útil(años)	Características
	Monocristalino	24%	25-35	Típicamente azules y la conexión de las células es individual entre sí.
	Policristalino	19-20%	23-27	La superficie está estructurada en cristales y contiene distintos tonos azules.
	Amorfo	16%	10-17	Tiene un color homogéneo, pero no existe conexión visible entre las células

Tomado de: [www.solarenergyforum.com/solar-panel-efficiency-lifespan/](http://www.solarenergyforum.com/solar-panel-efficiency-lifespan/)

## 2.9 Regulador de Voltaje

Después de la correspondiente conexión del panel fotovoltaico viene previsto la conexión de un subsistema que trate y procese la energía que se va almacenar. Los reguladores de corriente (controladores de carga) proporcionan la debida protección a la batería de almacenamiento contra sobrecargas o consumos que puedan afectar la vida de la batería, algunos de estos equipos poseen cierta sofisticación que provee de información para monitoreo del sistema completo.

El método de regulación de los reguladores tradicionales de voltaje o controladores de carga para baterías de los sistemas fotovoltaicos autónomos es realizado por PWM (modulación por ancho de pulsos). Algunos reguladores tienen integrado una alarma (sonora o luminosa) antes de la desconexión para acciones de prevención por parte del usuario.

Existen actualmente también reguladores destinados a sistemas fotovoltaicos con autonomía de tipo MPPT significa Seguidor de Punto de Máxima Potencia por sus siglas en inglés (Maximum Power Point Tracker), Los controladores de carga con MPPT siempre buscan el balance entre voltaje y corriente en el que los paneles solares operan a su máxima potencia. (Renova Energia, 2016)



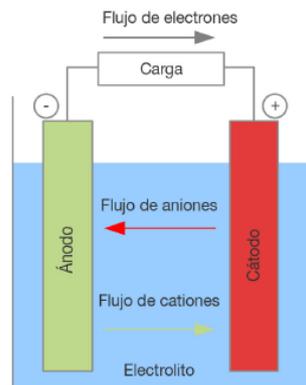
**Figura 15.** Regulador de Voltaje. Tomado de: <http://www.renova-energia.com/productos/reguladores-de-voltaje-solares-fotovoltaicos/>

Existen una gran diversidad de marcas y tipos de reguladores para lo cual es necesario en todos los casos, un controlador con característica de desconexión automática en bajo voltaje (LVD) además de indicadores de estado de carga, para configuración de prevención de daños cuando la batería haya descendido a niveles no aconsejables de uso de carga.

## 2.10 Batería

Una Batería es un elemento de almacenamiento eléctrico mediante reacciones electro-químicas, su duración y vida depende del tipo de químicos del cual se componga y de la calidad de los elementos dentro de ella, así como también el tipo de reacción química que intervenga.

Como se muestra en la figura 15, una batería está compuesta generalmente de electrodos positivos y negativos a los cuales se tiene acceso para poder hacer el respectivo uso dentro de ella.



**Figura 16.** Partes de la Batería. Tomado de: Briceño, 2010.

### 2.10.1 Partes de la Batería

- Acumulador electroquímico semi-reversible de energía eléctrica.
- Ánodo (Plomo metal)
- Cátodo (óxido de plomo)
- Electrolito (Ácido Sulfúrico diluido en agua)

Cuando la batería está en proceso de descarga, se da un proceso electroquímico entre los materiales de los que se componen los electrodos, los electrones empiezan a circular entre los electrodos positivo y negativo, a este proceso se lo denomina como “carga”.

### 2.10.2 Tipos de Baterías

- Plomo Ácido

Bajo costo

Muy contaminante

Alto peso



**Figura 17.** Baterías Plomo Ritar. Tomado de:  
<http://www.ritarpower.com/battery/Reserve%20Power%20Battery/RT%20Series/>

- Litio

Alto costo

Menos peso

Deben ser cargadas correctamente ya que pueden explotar



**Figura 18.** Batería de Litio. Tomado de: Catálogo de baterías Tesla.

- Níquel Cadmio

Peso intermedio

Efecto memoria

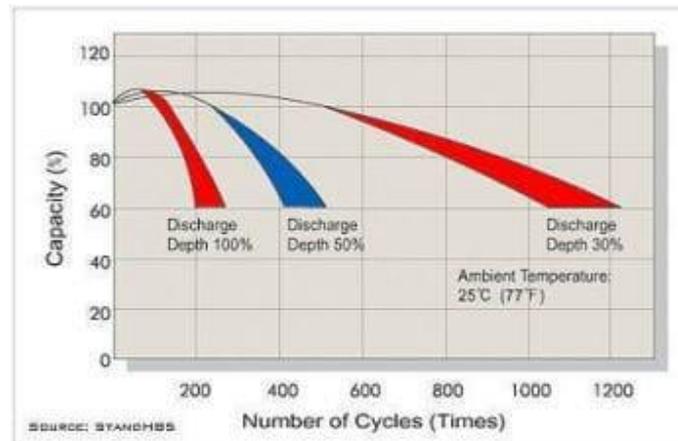
Cada vez menor su uso

### **2.10.3 Vida útil de las baterías solares**

La vida útil de un instrumento, equipo, elemento o dispositivo eléctrico/electrónico se deriva principalmente de su forma de uso, y la protección que se tenga respecto al mismo. Para el caso de baterías, se debe considerar los factores como:

- Modo de carga
- Sobre voltajes
- Temperatura de trabajo
- Número de cargas

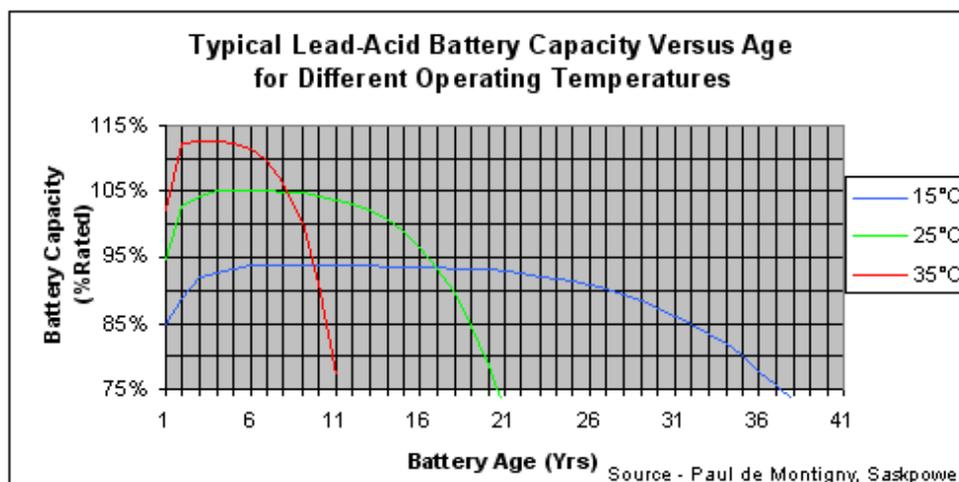
Como se ilustra en la figura 19, se puede evaluar la capacidad de almacenamiento de energía versus el número de cargas de la misma, para el caso de 3 baterías, desde una batería promedio hasta una de alta calidad con alto rendimiento. (Renova Energia, 2016).



**Figura 19.** Ciclos de carga/descarga. Tomado de: <https://deltavolt.pe/energia-renovable/baterias>

La temperatura es un factor del cual depende el tiempo de vida sobre la batería y resulta inevitable ignorarlo, ya que influye en gran medida sobre la misma. Las baterías deben almacenarse en un ambiente óptimo para su máximo rendimiento, esta temperatura está comprendida entre 20 a 25°C.

En la figura 20 podemos obtener la relación de temperatura vs vida útil de las baterías, considerando que mientras más alta sea la temperatura, la vida útil de la batería es más corta.



**Figura 20.** Relación temperatura vs vida de la batería. Tomado de: <http://www.mpoweruk.com/images/life-temp.gif>

La gráfica ilustra así mismo, en temperaturas bajas, la capacidad de almacenamiento de energía disminuye, por eso cuando se dispone de batería sin uso, es preferible mantenerlas a una temperatura baja.

La temperatura también influye en el modo de cargar una batería. En relación con el aumento de temperatura se considera disminuir el voltaje de carga, así lograr evitar tener el efecto de gasificación, y a la par conseguir una carga completa, aunque con más tiempo entre ciclos de carga. (Renova Energia, 2016).

## 2.11 Inversor de voltaje

Es un instrumento de conversión de señal de voltaje DC-AC conformado a partir de semiconductores de potencia capaces de soportar la carga del sistema para el cuál se ha diseñado. Permite la conexión de equipos de uso común de consumo AC a un sistema de generación eléctrica a base de circuitos fotovoltaicos el cual entrega energía DC. Se debe considerar las limitaciones del equipo como la potencia de carga que es capaz de abastecer, ya que un consumo excesivo podría causar daño irreparable del equipo. (Renova Energia, 2016).



**Figura 21.** Inversor de voltaje. Tomado de: <http://www.mpoweruk.com/images/life-temp.gif>

Su eficiencia varía según la potencia consumida por la carga. Es necesario conocer los datos del manual del fabricante, más si la carga que se conectará no será constante a fin que se ajuste el equipo a un punto de trabajo promedio.

Consideraciones para dimensionamiento de inversores en instalaciones autónomas:

- Alta eficiencia, en casos de alto requerimiento de potencia de alimentación, el número de paneles del sistema de generación es inversamente proporcional al rendimiento del inversor.

- Protección contra sobrecargas.
- Protección contra cortocircuitos.

## 2.12 Motor DC

Máquina de conversión de energía electromecánica, capaz de producir un movimiento rotacional debido a la existencia de un campo magnético. Está compuesto por rotor y estator, el tamaño de sus piezas varía según la potencia del sistema en el cual será utilizado.

El estator proporciona soporte y estabilidad mecánica a la máquina, los tipos de estatores se derivan a partir de su composición, ya que puede tener devanados de cobre sobre un núcleo de hierro que proporciona al sistema electromagnético de los polos necesarios para inducir el movimiento del rotor.

El rotor proporciona el campo magnético, conformado de un imán permanente que gira según la corriente de alimentación del estator.

### 2.12.1 Motor de pasos

Tipo de motor capaz de lograr movimiento del rotor a partir de la excitación de sus bobinas en un orden específico. Son ideales para aplicaciones de precisión y torque. Se distinguen según su configuración interna en motores unipolares y bipolares. Éstos se pueden diferenciar según el número de cables de conexión que dispongan para su alimentación. (Pololu Corporation, 2018).



[www.pololu.com](http://www.pololu.com)

**Figura 22.** Motores a pasos. Tomado de: Catálogo de motores Pololu.

### **2.13 Iluminación LED**

La tecnología LED se está poniendo hoy en día a flote, por lo que en la actualidad se pretende sustituir las lámparas tradicionales (incandescentes u fluorescentes) por la razón de su mayor consumo de potencia, haciendo que los LEDs (diodo emisor de luz) pasen a un primer plano ya que su consumo de potencia es aproximado a un 40% menos que las lámparas tradicionales. (Alfred Sá, 2015).

La tecnología LED y OLED se está empleado en la gama de televisores haciéndoles más nítidas las imágenes y menos volumen en su diseño, en semáforos haciéndoles a estos que consuman menos potencia y sean más visibles y duraderos que los semáforos normales. Los LEDs actualmente disponibles ya están reemplazando rápidamente a otras fuentes de iluminación como así también son hoy la tecnología preferida para luces decorativas y de diferentes aplicaciones. La potencia de los LEDs, como fuente de iluminación general (luz blanca), es actualmente una de sus principales promesas de cara al futuro. En este documento se presenta la tecnología de la iluminación con LED, centrándose en sus aplicaciones, ciclo de vida y su capacidad para mejorar la eficiencia.

### **2.14 Iluminación de emergencia**

Las luminarias de emergencia son dispositivos de respaldo de iluminación alimentado por baterías que asegura una iluminación adecuada para la evacuación de emergencia en caso de falla del sistema de alimentación de la red pública. Ésta es ubicada en puntos estratégicos como accesos y salidas para ayudar a la visibilidad en situaciones de evacuación.

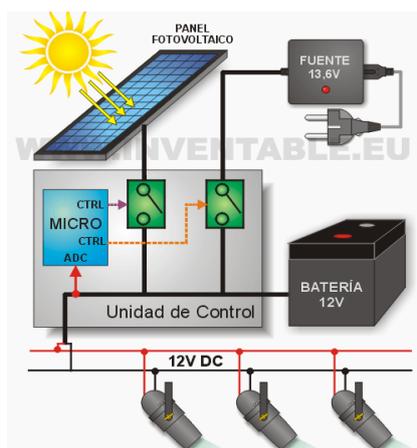
Su función varía según su lugar de ubicación, puede ser como luminaria de seguridad prevista para garantizar la terminación de trabajos cuyo riesgo es significativo, y como luminaria de evacuación, para garantizar la visibilidad de las rutas de salida en casos de emergencia. (Hagroy Electronic, 2018).



**Figura 23.** Luz de Emergencia. Tomado de: Catálogo de luces de Emergencia Hagroy.

### 2.15 Sistemas de iluminación alimentada por el sistema fotovoltaico en caso de fallas del suministro eléctrico:

Sistemas basados en respaldos de alimentación conformados por baterías, constan de un circuito electrónico capaz de detectar fallas o cortes del suministro eléctrico, conmutan a una batería conectada y alimentada por el sistema fotovoltaico, dándole autonomía a las luces de emergencia la cual tiene un tiempo determinado de duración, donde la batería tiene una capacidad de almacenamiento y de consumo según el tipo de luminaria.



**Figura 24.** Motores a pasos. Tomado de: <https://www.inventable.eu/2013/11/15/sistema-fotovoltaico-simplificado/>

## **2.16 Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC riesgo sísmico, evaluación.**

Para el gobierno del Estado Ecuatoriano, dentro de los estatutos y normas de construcción se mencionan bases mínimas para rutas de evacuación en circunstancias de riesgo, esta norma se debe ejecutar a cabalidad de forma obligatoria como lo establece en el Código Orgánico de Organización, Autonomía y Descentralización (COOTAD) puesto en vigencia desde el 21 de enero de 2014.

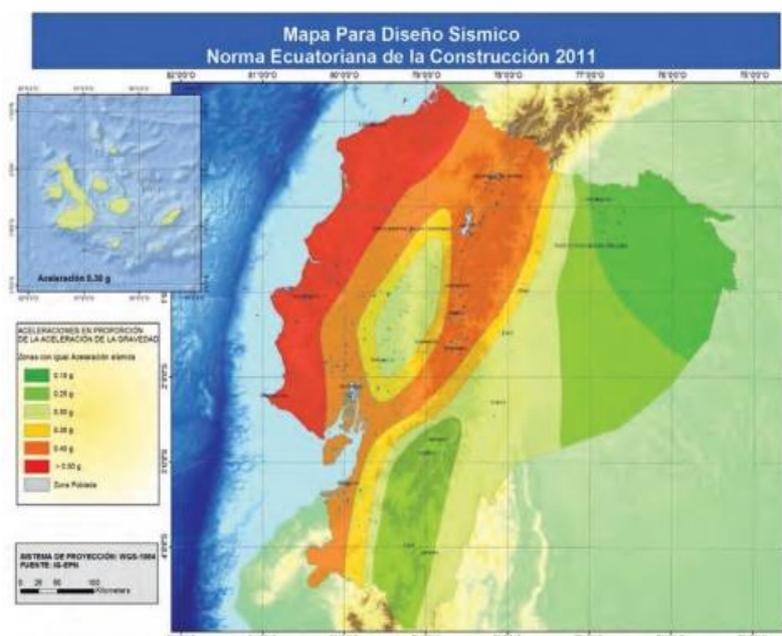
Los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) de todo el país, dependiendo de las características y particularidades de sus territorios, serán los encargados de vigilar el cumplimiento de la Normativa Ecuatoriana de Construcción (NEC, 2014).

El Ecuador tiene una larga historia de actividad sísmica que, en los últimos 460 años, ha provocado la destrucción de ciudades enteras como Riobamba e Ibarra, con la muerte de más de 60 000 personas (Yépez H. et al 1998). Escenarios sísmicos probables evaluados en Quito (EPN et al 1994), Guayaquil (Argudo J. et al, 1 999) y Cuenca (García E. et al 2 000), muestran la necesidad urgente por emprender en programas para la mitigación del riesgo sísmico. El estudio del riesgo sísmico y su impacto en el desarrollo, constituye un reto científico crucial para el siglo veinte y uno. El riesgo sísmico resulta de la combinación de 3 factores:

- Peligro sísmico.
- Nivel de exposición.
- Vulnerabilidad al daño de las edificaciones.

El análisis de vulnerabilidad se realiza a través de funciones de vulnerabilidad o fragilidad, que relacionan probabilísticamente una medida de intensidad sísmica con una medida de daño en la edificación. En muchos casos las funciones de vulnerabilidad también incorporan las consecuencias del daño en términos de pérdidas humanas y materiales. La mayoría del territorio del Ecuador se encuentra ubicado en una zona de alto peligro sísmico, como se evidencia en la NEC-SE-DS en la Figura 24 (NEC, 2014).

La vulnerabilidad o susceptibilidad al daño de muchas edificaciones que tienen un alto grado de exposición por estar en su mayoría situadas en ciudades con alta peligrosidad sísmica como Quito, Guayaquil y todas las ciudades costeras, de aquellas construidas antes de la promulgación de los códigos de la construcción o de aquellas que no han sido diseñadas apropiadamente y que a lo largo de su vida han sido reformadas, ampliadas o que han sufrido un cambio en el tipo de uso, distinto al contemplado en el diseño. El riesgo sísmico es alto y debe ser considerado en la toma de decisiones. (NEC, 2014).



**Figura 25.** Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z. Tomado de: [www.habitatyvivienda.gob.ec](http://www.habitatyvivienda.gob.ec)

## 2.17 Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios del Ecuador

### 2.17.1 ILUMINACION Y SEÑALIZACION DE EMERGENCIA PARA LOS MEDIOS DE EGRESO

**Art. 21.-** La iluminación de emergencia es aquella que debe permitir, en caso de corte de energía eléctrica, la evacuación segura y fácil del público hacia el exterior. Solamente podrá ser alimentado por fuentes propias de energía, sean o no exclusivas para dicho alumbrado, pero no por fuentes de suministro exterior. Cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o por aparatos autónomos automáticos, se podrá utilizar un

suministro exterior para proceder a su carga. Los medios de egreso deben ser provistos de iluminación de acuerdo a cada edificación o estructura cuando sea requerida. Para los propósitos de estos requisitos los accesos de las salidas deben incluir únicamente las escaleras, pasillos, corredores, rampas y pasajes que cumplirán con la señalización, de acuerdo a NTE INEN 439, y que desemboque a una vía pública.

**Art. 22.-** El sistema de iluminación de emergencia debe disponerse para proporcionar automáticamente la iluminación requerida en cualquiera de los casos siguientes:

- a) Corte del suministro de energía eléctrica.
- b) Apertura de un disyuntor, interruptor de circuito o fusible.
- c) Cualquier acto manual, incluyendo la apertura de un conmutador que controla las instalaciones de iluminación manual.

**Art. 23.-** La iluminación de emergencia debe proporcionar un periodo mínimo de sesenta (60) minutos en el caso de corte de energía eléctrica. Las facilidades de la iluminación de emergencia estarán dispuestas para proporcionar una luminosidad inicial que sea de por lo menos el promedio de 10 lux y un mínimo en cualquier punto de 1 lux medido a lo largo del sendero de egreso a nivel del suelo. Se debe permitir que los niveles de alumbramiento declinen a un promedio no menor de 6 lux y 1 lux mínimo en cualquier punto de 0.6 lux al final de la duración de la iluminación de emergencia (Cuerpo de Bomberos, 2014).

**Art. 24.-** El sistema de iluminación de emergencia debe estar continuamente en funcionamiento o funcionar de forma repetida y automática sin intervención manual (Cuerpo de Bomberos, 2014).

**Art. 25.-** Las luces de emergencia activadas por baterías deben usar únicamente clases confiables de baterías recargables provistas con las facilidades adecuadas para mantenerlas en la correcta condición de carga (Cuerpo de Bomberos, 2014).

### 2.17.2 SEÑALIZACION DE ILUMINACION DE EMERGENCIA

**Art. 26.-** El alumbrado de señalización, debe indicar de modo permanente la situación de puertas, pasillos, escaleras, el número del piso y salidas de los locales durante el tiempo que permanezcan con público. Debe ser alimentado al menos por dos suministros, sean ellos normales, complementarios o procedentes de una fuente propia de energía eléctrica, para que funcione continuamente durante determinados periodos de tiempo (Ministerio de Inclusión Económica y Social, 2016, pág. 5).

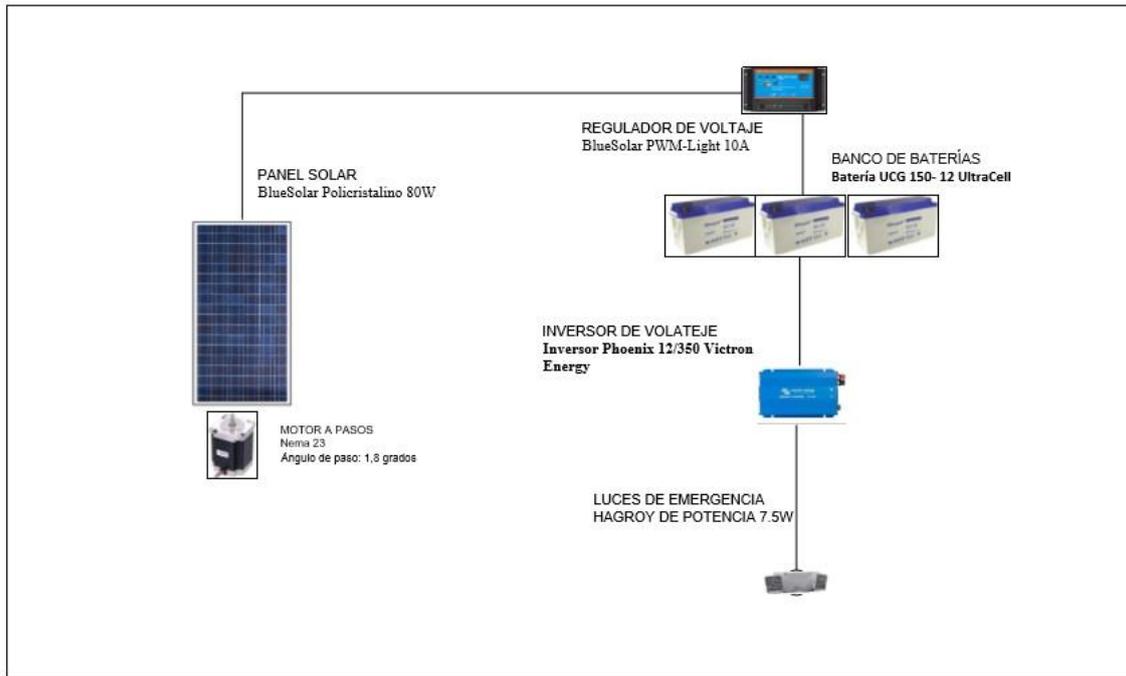
**Art. 27.-** El alumbrado de reemplazo es aquel que debe permitir la continuación normal del alumbrado total durante un mínimo de 60 minutos y obligatoriamente ser alimentado por fuentes propias de energía y no por suministro exterior. Si las fuentes propias de energía están constituidas por baterías de acumuladores o por aparatos autónomos automáticos, podrá utilizarse un suministro exterior para su carga. Para las tres clases de iluminación de emergencia mencionadas se empleará lámparas de incandescencia o lámparas de fluorescencia con dispositivo de encendido instantáneo (Ministerio de Inclusión Económica y Social, 2016, pág. 5).

**Art. 28.-** Las canalizaciones que alimentan la iluminación de emergencia se dispondrán cuando se instalen sobre paredes empotradas en ellas a cinco centímetros (5 cm) como mínimo de otras canalizaciones eléctricas y cuando se instalen en huecos de la construcción, estarán separados por tabiques incombustibles no metálicos (Ministerio de Inclusión Económica y Social, 2016, pág. 5).

### 2.18 Cómo funciona el sistema fotovoltaico

En este estudio se detalla la guía de implementación de un sistema fotovoltaico, panel solar, inversor, baterías, controlador de carga, PLC LOGO (230 RCE), motor a pasos y elementos que lo conforman como cálculos y programación.

El sistema se encarga del control de posicionamiento del panel fotovoltaico, cuyo elemento primario de movimiento para efectuar el movimiento, es el motor a pasos.



**Figura 26.** Esquema y secuencia de conexión de un sistema auxiliar de energía e iluminación.

El funcionamiento del panel solar comienza a partir de la radiación luminosa procedente del sol y la transforman en corriente continua a baja tensión 12V, esta energía es aprovechada y almacenada en un banco de baterías.

El panel fotovoltaico es conectado a un regulador de carga, cuyo propósito es evitar sobrecargas y excesivas descargas al banco de baterías, que le produciría daños irreversibles; y asegura que siempre opere en el punto de eficiencia máxima.

Las baterías están conectadas a un regulador de carga, el inversor se conecta directamente a los bornes de la batería, el inversor convierte energía DC en energía AC convencional.

Un inversor pequeño de 200 W a 400 W se puede abastecer a la carga en la mayoría de los casos. Para operar aparatos de mayor tamaño y para el funcionamiento de motores, PLC, alimentando también tomacorrientes para las luminarias de emergencia.

Por medio del PLC, se programará al reloj en tres horas exactas con un ángulo de inclinación de  $23^\circ$  según la ciudad de Quito con una latitud 0, el motor de pasos de 5 A da un movimiento giratorio en sentido Este y Oeste y viceversa haciendo cambios de giros al panel solar.

### **2.19 Introducción al PLC**

En el pasado los controles de procesos industriales eran desarrollados de forma cableada por medio de contactores, un proceso totalmente operado por personal a cargo de la instalación, se le demandaba tener altos conocimientos técnicos para poder realizarlas y para luego dar un mantenimiento a los equipos, cualquier transición que el proceso requería necesitaba de la modificación física de las conexiones en los montajes, siendo necesario para ello un gran esfuerzo técnico y un mayor gasto económico.

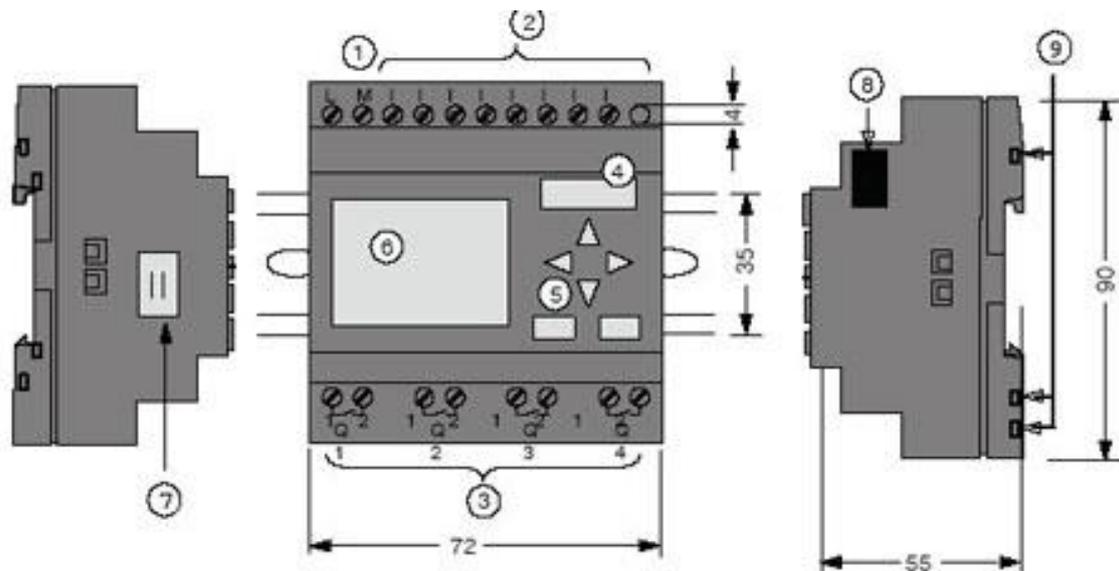
Hoy en día los procesos industriales son más complejos haciendo difícil el entendimiento del mismo para su respectivo control realizando una monitorización manual mediante intervención por técnicas de cableados.

Los computadores y equipos programables han ido formando parte importante para este tipo de instalaciones tal que han logrado la sustitución a un control programado. Para la programación de un sistema de control automatizado en LOGO es necesario la utilización de un software configurado mediante un ordenador a su vez de una conexión física mediante cable de datos. (Schneider Electric, 2013).

### **2.20 Sistema de control automatizado logo programable**

Los PLC's de Siemens de baja gama, son ideales para sistemas automáticos de procesos sencillos. El modelo LOGO 230 RCE posee 6 entradas digitales y 4 salidas tipo Relé capaces de manejar hasta 8 A y 220 VAC. Consta de un display LCD para la obtención de información sobre el estado del proceso según se requiera para su respectiva monitorización.

Los PLC's LOGO pueden conectarse en red según corresponda para lograr un control más sofisticado desde sistemas de monitoreo robustos, permitiendo así ver el estado de las entradas y salidas del sistema, sin necesidad de requerir la presencia de un operario de manera obligatoria en la planta para lograr este cometido. El laboratorio consta con un programa simulador que permite estudiar la programación de los PLC's LOGO tal que se evalúa de manera secuencial como afectan las variables en el desempeño del diseño creado en tiempo real.

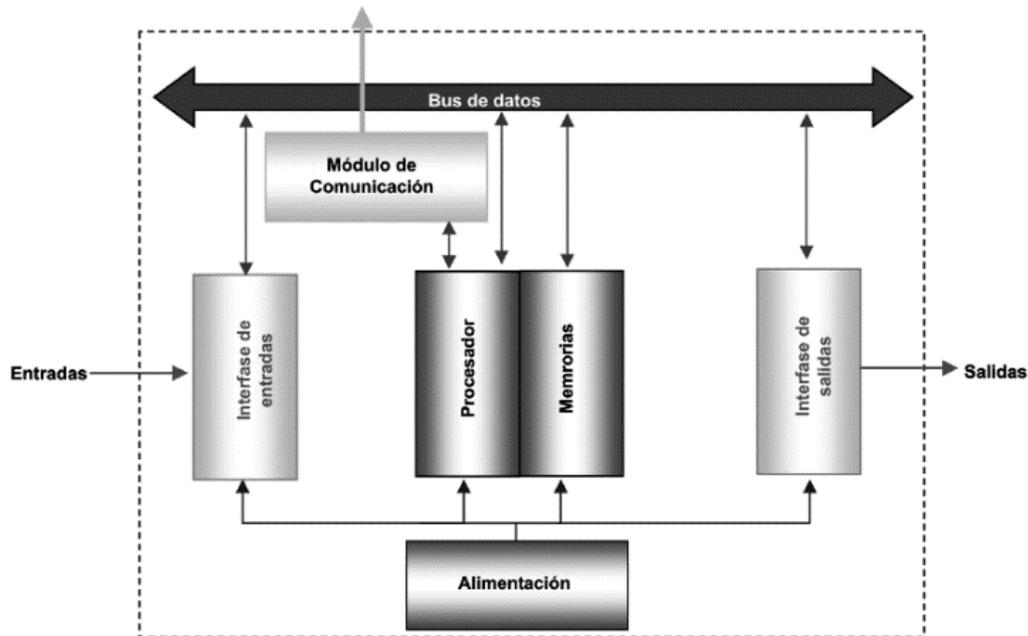


**Figura 27.** LOGO 230 RCE. Tomado de: Microautomacion, 2010.

Un PLC LOGO!, es un controlador usado frecuentemente en el desarrollo de la electrotecnia, capaz de dar solución a aplicaciones cotidianas con una comodidad absolutamente mayor y su costo de implementación a su vez mucho menor. Es utilizado en soluciones técnicas de instalaciones eléctricas en edificios, así como para el control de maquinarias. (Siemens, 2011).

## 2.21 Estructura básica del PLC

Esta estructura está basada en tres dispositivos de operación en la cual tenemos el CPU, entradas y salidas, y almacenamiento, el enlace es por medio de un bus, todo esto es alimentado según los voltajes requeridos para el funcionamiento.



**Figura 28.** Estructura de un PLC. Tomado de: Microautomacion, 2010, pág. 9.

## 2.22 Procesador

El procesador consiste en un microcontrolador denominado “cerebro” que controla las acciones de los PLC’s, instrumentos responsables de las operaciones ejecutadas en el diseño programado por el usuario. (Schneider Electric, 2013).

### Objetivos:

- Ejecución de diseños programados por usuarios.
- Administración de comunicación PLC-memoria, y microprocesador-E/S.
- Ejecución de auto-diagnósticos.

### 2.22.1 Memoria

Todo PLC debe tener la capacidad de almacenamiento de información sobre las variables de entradas y salidas que va a controlar, esta información es almacenada en registros de distintas direcciones según el tipo de datos que se va a adquirir.

Los tipos de datos de almacenamiento se distinguen en:

- Datos del Proceso

Los datos del proceso consisten en la adquisición de las señales de entrada y salidas que intervienen dentro del funcionamiento de la planta o sistema. Según el tipo de dato de adquisición, pueden ser variables discretas, o analógicas, lo cual requiere espacios de memorias mayores según la precisión del PLC

- Datos de Control

Los datos de control se distinguen según su funcionamiento en Instrucciones de Usuario y Configuración de Inicio del PLC. Las instrucciones de usuario o diseño del programa en el lenguaje que este haya sido generado.

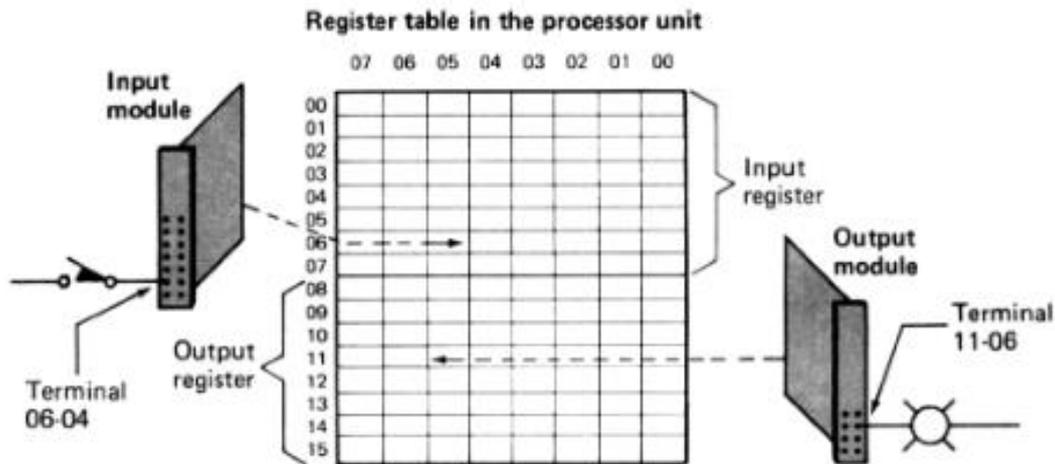
La Configuración de inicio del PLC, es el programa pre configurado con el que viene todo PLC para realizar la lectura de la programación y a su vez ser detectado por la respectiva interface de programación. Esta memoria es únicamente leída por el microcontrolador interno, y no puede ser alterada mediante el operador o diseñador.

## **2.23 Tipos de memoria**

### **2.23.1 Memoria de almacenamiento de datos:**

Es un espacio de memoria conformada por registros la cual es utilizada tanto almacenar datos para fines de ejecución de un programa, tanto durante como después de la misma, de tal manera que puede retener datos aún terminada la aplicación del PLC. Esta memoria almacena información del estado de los variables de entrada y salidas, sean digitales o analógicas.

Este almacenamiento es capaz de conservar información originada en el proceso dentro del PLC, obteniendo datos sobre: tiempos de ejecución, datos de conteo y estados de relés. (Schneider Electric, 2013).



**Figura 29.** Memoria de Datos. Tomado de: Microautomacion, 2010.

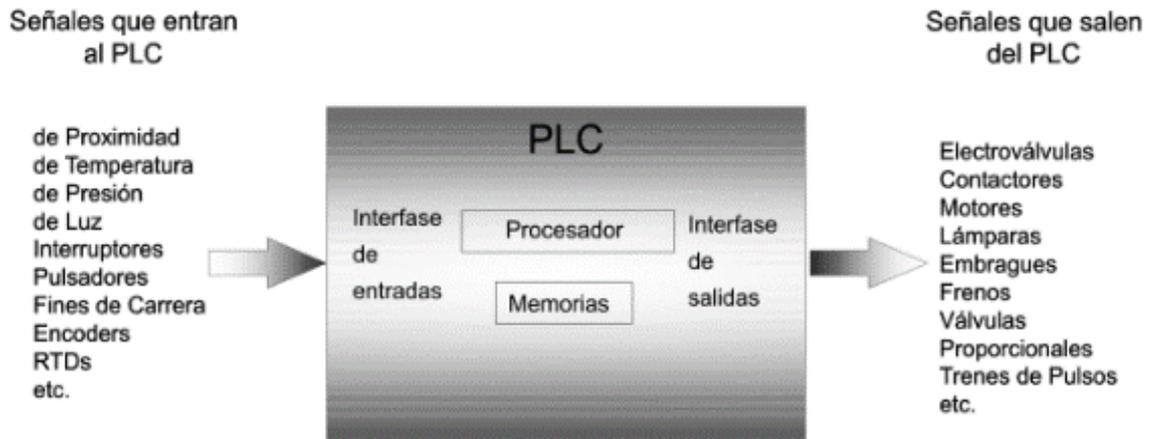
En la figura 28 se puede apreciar para el tipo de datos digitales, los terminales de salidas y entradas y su ubicación específica dentro de los registros de almacenamiento de 8 bits.

Las borneras de conexión de los PLC disponen de identificación y direcciones dentro de la programación interna del dispositivo, esto se puede identificar en aplicaciones más sofisticadas las entradas y salidas de datos para su monitorización, por lo que cada variable tiene una única dirección dentro del dispositivo.

### 2.23.2 Memoria de almacenamiento de usuario:

Es la memoria utilizada para guardar el programa diseñado por el usuario, el cual debe tener su respectiva estabilidad asegurando el funcionamiento del equipo, esta memoria es la única que el usuario modifica según las necesidades de diseño de la aplicación. En este tipo de almacenamiento se usan direcciones propias del microcontrolador interno como RAM, o EEPROM.

Según el tipo de acceso a estas memorias y su función puede llegar a ser requerido un respaldo de energía a base de pilas, dado que si se usa la memoria RAM, tendrá pérdida de datos en una falla de energía, mientras que en el uso de la memoria EEPROM, ésta no se verá afectada por este tipo de circunstancia.



**Figura 30.** Memoria del Usuario. Tomado de: Microautomacion, 2010.

## 2.24 Entradas y salidas

### 2.24.1 Dispositivos de entrada

Son aquellos instrumentos (sensores, o actuadores) que modifican las señales en las conexiones dentro del PLC. Todo dispositivo de entrada cumple una función específica en función de su aplicación, ya sea esta de temperatura, posición, presión entre otros.

En la gama de dispositivos de entrada se dispone de:

- Sensores
  - Ópticos
  - Magnéticos
  - Inductivos
- Pulsadores
- Detectores
- Termo resistencias
- Termopares
- Encoders, etc.

### 2.24.2 Dispositivos de salida

Son aquellos cuya función es actuar según la señal que reciban modificando o interactuando con las variables dentro del proceso.

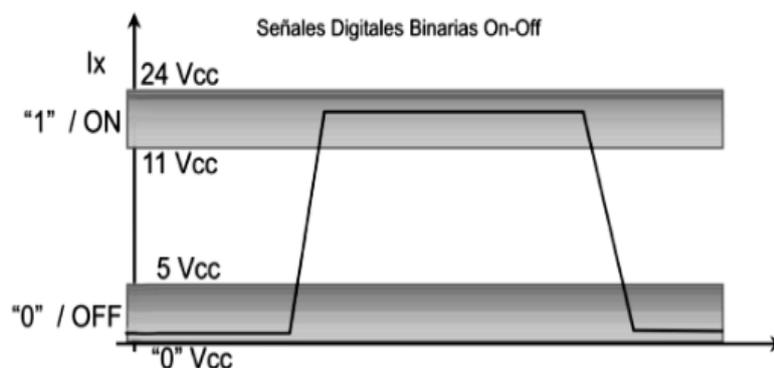
En la gama de actuadores se dispone de:

- Contactores
- Válvulas
- Alarmas
- Relés

Las señales adquiridas y comandadas son acondicionadas según las características eléctricas del PLC de tal forma que puedan ser leídas o modificadas según requiera el proceso, las señales de voltaje recibidas en los procesos suelen variar según el modelo del PLC y del tipo de variable.

### 2.24.3 Señales Digitales:

Son señales discretas que pueden tomar valores lógicos o binarios como 0 y 1, su estado puede ser reconocido entre encendido o apagado según la aplicación lo determine. Las entradas digitales trabajan únicamente mediante señales discretas pre-establecidas de voltaje, si en la línea de conexión existe voltaje, ésta se considerará como 1 lógico, caso contrario ante la ausencia de voltaje, se considera como 0 lógico. Los niveles de voltaje son establecidos de manera estándar para aplicaciones generales, y según el PLC pueden ser 5, 12, 24 ó 48 VDC, en casos de aplicaciones especiales, los voltajes pueden ser 110 ó 220 VAC.



**Figura 31.** Entradas Digitales. Tomado de: Microautomacion, 2010.

#### 2.24.4 Señales Analógicas:

Son señales variables en el tiempo cuyo valor analógico varía entre rangos normalizados estandarizados de corriente o voltaje que puede ser de 4 - 20 mA, 0-5 VDC o 0-10 VDC.

La comprensión de los datos analógicos dentro del PLC se realiza por medio de una respectiva conversión analógica-digital de datos, la resolución de ésta varía según la capacidad del microcontrolador interno que va desde 8 bits hasta inclusive 32 bits en el caso de sistemas de alta precisión. Esto ayuda a obtener datos de fenómenos físicos de cambios de temperatura, aceleración, posición, velocidad, presión, entre otras magnitudes cuyo valor en el tiempo puede estar comprendido dentro de otro rango de valores determinado.



**Figura 32.** Entradas Analógicas. Tomado de:

<http://www.arghys.com/articulos/imagenes/Senales%20analogicas.jpg>

#### 2.25 Alimentación

El modo de alimentación de los dispositivos varía según las capacidades eléctricas y físicas de los mismos, para el caso de los PLC's, se requiere una alimentación que va desde los 12 - 24 VDC frecuentemente, o de 110/220 VAC. Para los dispositivos externos en la conexión (E/S), su alimentación varía dependiendo el tipo de dispositivo y su función, ésta puede ser en corriente alterna (48/110/220 VCA) o corriente continua (12/24/48 VDC). (Schneider Electric, 2013).

El voltaje que se utilizará para el PLC LOGO 230 RC es de 12 VDC.

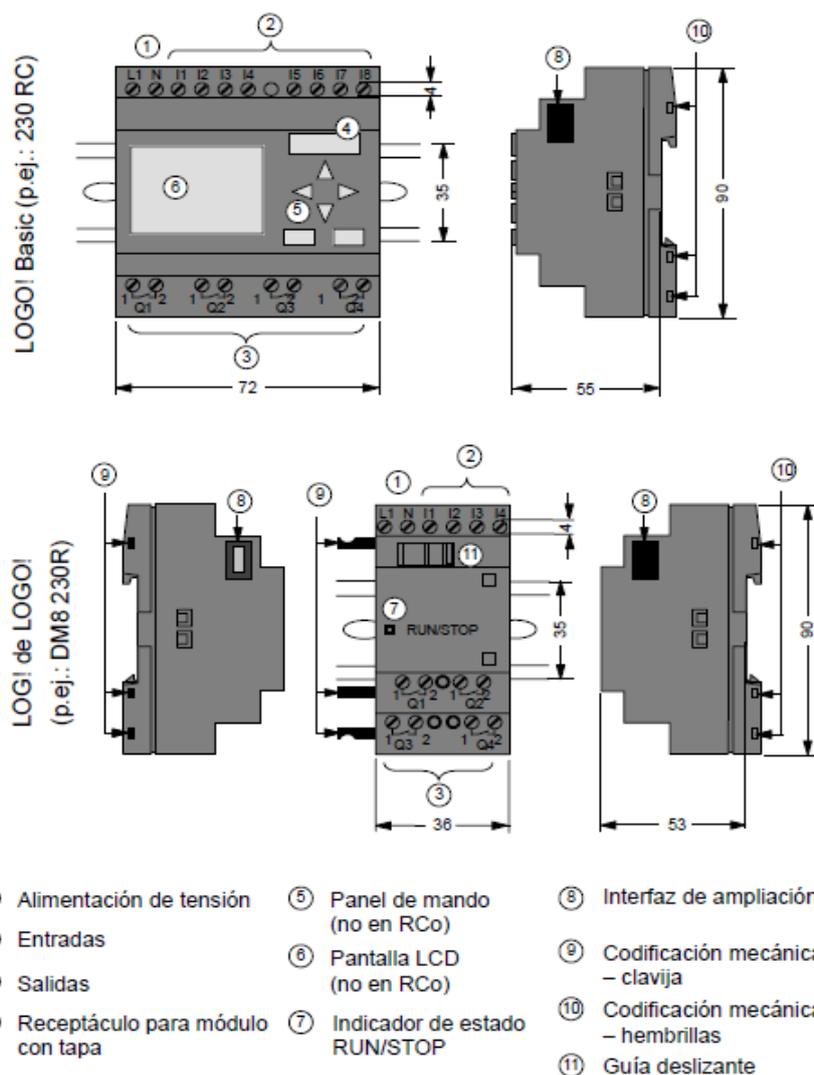


Figura 33. Estructura del LOGO. Tomado de: Siemens, 2011.

## 2.26 Programación de LOGO!

Por programación se interpreta la creación de aplicaciones basadas en lenguaje de código o gráfico, en LOGO! se trata de un esquema representado por bloques gráficos de contactos eléctricos. El software LOGO!Soft Comfort, especializado para el diseño y programación de los PLC's LOGO!, permite crear, modificar y hasta simular, programas diseñados para cumplir funciones específicas mediante una interfaz gráfica amigable con el usuario, disponiendo de una gama de herramientas básicas para la generación de diseños.

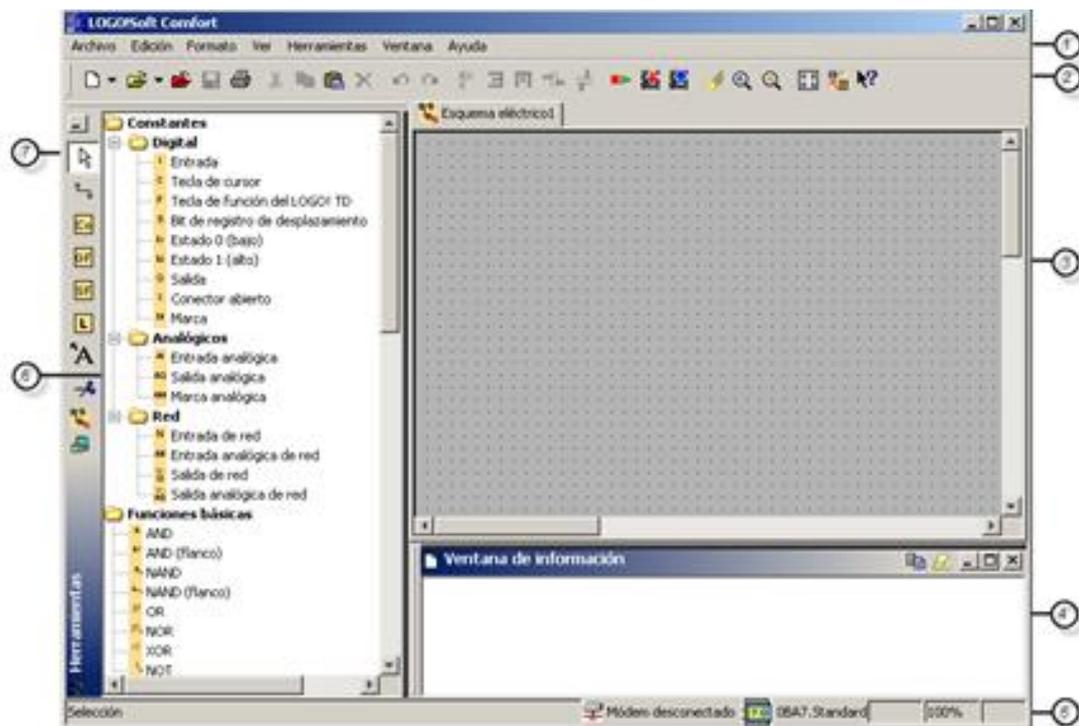
## 2.27 Software de LOGO!

El software LOGO!Soft Comfort es un programa disponible para la programación de PLC's que consta de funciones tales como:

- Codificación gráfica de aplicaciones en modo offline en lenguaje Ladder (escalera) y FBD (diagrama de bloques lógicos).
- Creación de diseños e impresión de esquemas generales.
- Simulación y depuración de diseños.
- Almacenado de propiedades de diseños de programas.
- Parametrización de bloques de funciones.
- Conexión y transferencia de programación a PLC
- Lectura de estadísticas de funcionamiento
- Simulación en modo online (Conexión en tiempo real con PLC)

## 2.28 Descripción general de la interfaz

LOGO!Soft Comfort comprende de un interfaz de usuario de fácil manejo, donde se podrá realizar el diseño de programas, en su mayoría el espacio de la pantalla es destinada al área de diseño para la creación de esquemas, denominada interfaz de programación, cuenta con librerías de fácil acceso ubicadas al lado izquierdo desplazables según la comodidad del usuario. (Siemens, 2011).



**Figura 34.** Interfaz de Usuario. Tomado de: Siemens, 2009.

**Tabla 2.**  
*Áreas de la Interfaz de Usuario.*

①	Barra de menús
②	Barra de herramientas "Estándar"
③	Interfaz de programación
④	Ventana de información
⑤	Barra de estado
⑥	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Constantes y conectores</li> <li>• Funciones básicas (FUP y UDF)</li> <li>• Funciones especiales</li> <li>• Perfil de registro de datos (FUP y KOP)</li> <li>• UDF (FUP y UDF)</li> </ul>
⑦	Barra de herramientas "Herramientas"

Tomado de: Siemens, 2009

### 3. CAPITULO III.

#### 3.1 Cálculos del sistema fotovoltaico

Se requiere calcular el módulo de prueba de un sistema fotovoltaico con control de posicionamiento e implementación de luces tipo LED. El estudio se realizará en el laboratorio de la Universidad de las Américas (UDLA) sede Colón, para los alumnos, docentes y toda la comunidad educativa que desee analizar el funcionamiento, donde se obtendrá la potencia instalada para la buena selección de los equipos.

El caso del cálculo servirá para pruebas en futuros estudios que se desarrollarán en los laboratorios. Para el consumo diario y la potencia instalada se debe tomar en cuenta el número de luminarias de emergencia.

En este estudio se tomará como ejemplo una luminaria de emergencia para el cálculo requerido, por lo que el sistema tiene que abastecer al PLC, al motor y necesita una gran cantidad de energía, pero esto sucede cuando el posicionamiento del panel se da en las horas establecidas según la programación.

El módulo de prueba utilizará un panel solar de potencia de 100 w y luces de emergencia de 7,5 w, cuando no esté en funcionamiento la programación del PLC el módulo de prueba fotovoltaico tendrá una potencia de 100 W, alimentando una cantidad de luminarias de emergencia de potencia de 2,2 W de consumo en DC para las diferentes áreas de las edificaciones.

#### 3.2 Potencia Instalada

En este parámetro se debe ingresar la suma de todas las potencias de las cargas.

#### 3.3 Consumo

El parámetro de consumo será el resultado de multiplicar la potencia de cada carga por las horas de uso de cada carga.

Los cálculos del posicionamiento y control se lo realizarán en base al Motor, PLC y una Lámpara de Emergencia, para obtener la potencia y el consumo:

**Tabla 3.**  
*Determinación de cargas del sistema fotovoltaico.*

Cantidad	Equipo	h	Potencia total W	kWh/día
1	Lámparas de emergencia	1	7,5	0.0075
1	PLC Siemens logo 230 RCE	1	200	0.20
1	Motor pasos y Driver	1	140	0.14
<b>TOTAL</b>			<b>347,5</b>	<b>0.3475</b>

**Potencia Instalada: 347,5 W**

**Consumo: 347,5 Wh/día**

### 3.4 Elección del Inversor

Para la elección del inversor se requiere saber la potencia instalada del sistema, obtenido este valor se procede a realizar los cálculos a continuación:

**Tabla 4.**  
*Datasheet del Inversor.*

Inversor Phoenix	12 voltios	12/250	12/375	12/500	12/800	12/1200
	24 voltios	24/250	24/375	24/500	24/800	24/1200
	48 voltios	48/250	48/375	48/500	48/800	48/1200
Potencia cont a 25°C (1)		250VA	375VA	500VA	800VA	1200VA
Potencia cont. a 25°C / 40°C		200 / 175W	300 / 260W	400 / 350W	650 / 560W	1000 / 850W
Pico de potencia		400W	700W	900W	1500W	2200W
Tensión / frecuencia CA de salida (ajustable)	230VCA o 120VCA +/- 3% 50Hz o 60Hz +/- 0,1%					
Rango de tensión de entrada	9,2 - 17 / 18,4 - 34,0 / 36,8 - 62,0V					
Desconexión por CC baja (ajustable)	9,3 / 18,6 / 37,2V					
Dinámica (dependiente de la carga)	Desconexión dinámica, ver					
Desconexión por CC baja (totalmente ajustable)	<a href="https://www.victronenergy.com/live/ve.direct:phoenix-inverters-dynamic-cutoff">https://www.victronenergy.com/live/ve.direct:phoenix-inverters-dynamic-cutoff</a>					
Reinicio y alarma por CC baja (ajustable)	10,9 / 21,8 / 43,6V					
Detector de batería cargada (ajustable)	14,0 / 28,0 / 56,0V					
Eficacia máx.		87 / 88 / 88%	89 / 89 / 90%	90 / 90 / 91%	90 / 90 / 91%	91 / 91 / 92%
Consumo en vacío		4,2 / 5,2 / 7,9W	5,6 / 6,1 / 8,5W	6 / 6,5 / 9W	6,5 / 7 / 9,5W	7 / 8 / 10W
Consumo en vacío predeterminado en modo ECO (Intervalo de reintento: 2,5 s, ajustable)		0,8 / 1,3 / 2,5W	0,9 / 1,4 / 2,6W	1 / 1,5 / 3,0W	1 / 1,5 / 3,0W	1 / 1,5 / 3,0
Ajuste de potencia de parada y arranque en modo ECO	Ajustable					
Protección (2)	a - f					
Rango de temperatura de trabajo	-40 to +65°C (refrigerado por ventilador) (reducción de potencia del 1,25% por cada °C por encima de 25°C)					
Humedad (sin condensación)	máx. 95%					

Tomado de: <https://www.victronenergy.com.es/inverters>

Para el cálculo de corriente del inversor se utilizó las siguientes fórmulas:

$$I_{max} = \frac{\text{Potencia Instalada}}{\text{Voltaje}} [A]$$

Fórmula 1. Corriente del Inversor.

**Fuente:** Briceño, 2010

$$I_{max} = \frac{347,5 \text{ W}}{120 \text{ V}}$$

$$I_{max} = 2,90 [A]$$

$$I_{inv} = \frac{\text{Potencia}}{\text{Voltaje}} [A]$$

$$I_{inv} = \frac{375 \text{ W}}{120 \text{ V}}$$

$$I_{inv} = 3,13 [A]$$

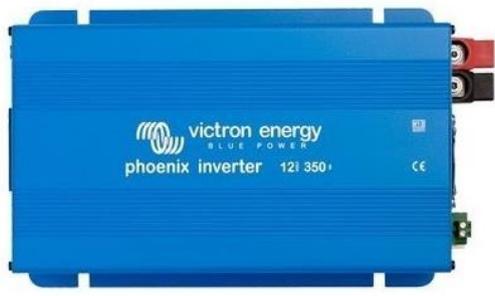
$$I_{max} < I_{inv}$$

**Tabla 5.**

*Elección del inversor.*

Nombre	Cantidad	Unidades	Descripción
Potencia	375	W	Potencia del Inversor
Voltaje	120	V	Voltaje de salida del Inversor
I <sub>max</sub>	2,90	A	Corriente máxima del sistema
I <sub>inv</sub>	3,13	A	Corriente de salida del inversor
Eficiencia	89	%	Eficiencia del Inversor
<b>Victron Energy Phoenix Inverter 12/375 120V VE.Direct NEMA 5-15R</b>			

Adaptado de: Briceño, 2010



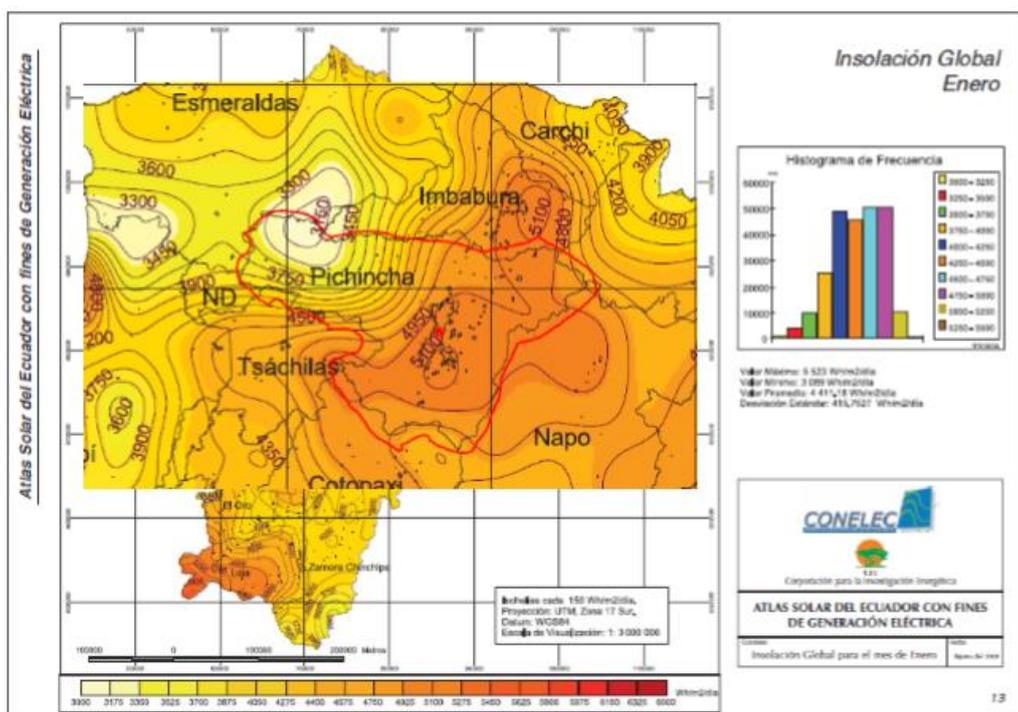
**Figura 35 Inversor Phoenix 12/375 Victron Energy**

Tomado de: <https://www.victronenergy.com.es/inverters>

### 3.5 Análisis del recurso solar

En esta parte se analizará la Radiación Solar diaria promedio de cada mes, los datos son obtenidos del Atlas Solar y datos del servicio meteorológico para los respectivos cálculos:

#### 3.5.1 Atlas Solar de Quito



**Figura 36. Atlas Solar de Quito.**

Tomado de: [www.conelec.gov.ec](http://www.conelec.gov.ec)

Con la comparación de datos de radiación de Quito vemos que en el mes de Abril y Mayo según el atlas solar son los meses con mayor radiación, obteniendo un factor de radiación de 4.8, Con la siguiente fórmula se obtiene el Factor de Energía:

**Tabla 6.**  
*Comparación de la radiación solar.*

	Secretaria de Ambiente Quito	Atlas Solar
Mes	kWh/m2.dia	kWh/m2.dia
Enero	5.175	4.950
Febrero	5.878	4.950
Marzo	4.826	4.950
Abril	5.188	4.800
Mayo	4.918	4.800
Junio	5.702	4.950
Julio	5.194	5.250
Agosto	5.920	5.550
Septiembre	6.252	5.975
Octubre	5.454	5.400
Noviembre	5.231	5.250
Diciembre	5.424	5.100

$$\text{Factor de Energía} = \frac{\text{radiación}}{\text{consumo}}$$

Fórmula 2. Factor de Energía.

**Adatado de:** Briceño, 2010

$$\text{Factor de Energía} = \frac{4,8 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{día}}{347,5 \text{ Wh/día}}$$

$$\text{Factor de Energía} = 1.38$$

### 3.6 Dimensionamiento Banco de Baterías

Según el dimensionamiento del banco de baterías se requiere de una fórmula con los parámetros que se detallarán a continuación para obtener la eficiencia del sistema.

$$R = 1 - \left[ (1 - k_b - k_c - k_v) k_a \cdot \frac{N}{P_d} \right] - k_b - k_c - k_v$$

Fórmula 3. Eficiencia del Sistema.

Tomado de: Briceño, 2010

**Donde:**

**N:** Este parámetro representa el número de días de autonomía de la batería, el cual se elegirá con la siguiente tabla.

**Tabla 7.**

*Parámetro de números de días de autonomía.*

<b>N</b>	<b>Clima/Aplicación</b>
4	Soleado/Normal
6	Nublado/Normal
6	Soleado/Crítico
12	Nublado/Crítico

**KC:** El parámetro de coeficiente de pérdidas del inversor, se lo determina siguiendo los pasos para calcular el tamaño del inversor del sistema fotovoltaico. Dentro de la hoja técnica del inversor seleccionado se deberá utilizar la eficiencia del inversor. KC será igual a 100 – Eficiencia del Inversor. De no conocer la eficiencia del Inversor, el valor KC puede ser asumido como 10.

**PD:** El parámetro de la profundidad de descarga deberá ser un valor entre 30 a 80% es lo recomendado.

**Tabla 8.**  
*Rendimiento del sistema.*

Nombre	Valor	Descripción
N	4	Número de días de autonomía: 4-6 días.
Pd	50%	Profundidad de descarga: 30-50% recomendado y 80% máximo.
Kb	0.05	Pérdidas del rendimiento del acumulador: 0.05 uso normal y 0.1 descargas intensas
Ka	0.002	Coefficiente de descarga por auto descarga: Rango entre 0.002 a 0.012 (%/día), 0.002 para Plomo Acido
Kc	9%	Coefficiente de pérdidas del inversor
Kv	0.15	Coefficiente de perdida por calor (0.15 y 0.05)
<b>R</b>	<b>68.9%</b>	<b>Rendimiento del Sistema</b>

Adaptado de: Briceño, 2010

De acuerdo a la fórmula se procedió a llenar el cuadro de dimensionamiento de la batería.

$$R = 1 - \left[ (1 - k_b - k_c - k_v) k_a \cdot \frac{N}{P_d} \right] - k_b - k_c - k_v$$

$$R = 1 - \left[ (1 - 0,05 - 0,09 - 0,15) * 0,002 * \frac{4}{0,5} \right] - 0,05 - 0,09 - 0,15$$

$$R = 68,9\%$$

#### Capacidad útil del acumulador

$$Cu = \frac{\text{Consumo} \cdot N}{R \cdot VDC} [Ah]$$

Fórmula 4. Capacidad útil del acumulador. Tomado de: Briceño, 2010.

$$Cu = \frac{347,5 \frac{Wh}{día} * 4día}{68,9\% * 12 VDC} [Ah]$$

$$Cu = 168 Ah$$

### Capacidad nominal a una temperatura de 25°C

$$C = \frac{Cu}{Pd} \left[ \frac{Ah}{día} \right]$$

Fórmula 5. Capacidad nominal a una temperatura de 25°C. Tomado de: Briceño, 2010.

$$C = \frac{168}{0,5} \left[ \frac{Ah}{día} \right]$$

$$C = 336Ah$$

#### 3.6.1 Batería de 12V con capacidad de 150Ah

**Tabla 9.**  
*Elección de la Batería.*

Nombre	Cantidad	Unidades	Descripción
C	336	Ah	Capacidad requerida según el cálculo
Cc	150	Ah	Capacidad de la batería comercial
Voltaje	12	V	Voltaje de la batería
Baterías en Paralelo	3	Unidades	
Baterías en Serie	1	Unidades	
<b>Total Baterías</b>	<b>3</b>	<b>Ritar Power DC12150 12Vdc 150Ah 150Ah@10horas</b>	

Adaptado de: Briceño, 2010

$$Baterías\ en\ paralelo = \frac{C}{C_c}$$

Fórmula 6. Baterías en paralelo.

Tomado de: Briceño, 2010

$$Baterías\ en\ paralelo = \frac{336\ Ah}{150\ Ah}$$

*Baterías en paralelo = 2,24*

***Baterías en paralelo = 3***

$$Baterías\ en\ serie = \frac{VDC}{V}$$

Fórmula 7. Baterías en serie.

Tomado de: Briceño, 2010

$$Baterías\ en\ serie = \frac{12\ v}{12\ v}$$

***Baterías en serie = 1***

La batería total es el producto entre las baterías en paralelo y serie donde:

***Baterías Total = Baterías en paralelo \* Baterías en serie***

$$Baterías\ Total = 3 * 1$$

***Baterías Total = 3***

La conexión en paralelo de tres baterías iguales, permite obtener una salida tres veces la capacidad de las baterías individuales, manteniendo el mismo voltaje nominal de 12 VDC, la capacidad total es de 450 Ah (amperios por hora).



**Figura 37.** Ritar Power DC12150 12Vdc 150Ah. Tomado de:

<http://ultracell.co.uk/datasheets/UCG150-12.pdf>

### 3.7 Dirección Instalación del Panel en Ecuador

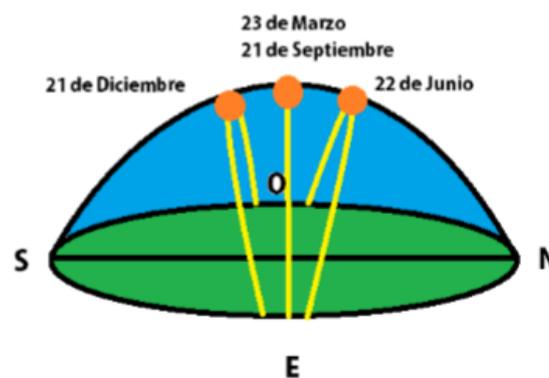
La orientación será opuesta al hemisferio que estamos ubicados, ejemplo si estamos en hemisferio sur se debe apuntar al norte.

En Ecuador la orientación (Norte o Sur) Depende de la radiación de la ciudad, pero puede ser ubicada hacia el sur sin mayor afectación a la eficiencia.

Angulo de Inclinación =  $15^\circ + \text{Latitud}$

#### 3.7.1 Declinación Solar

Es el ángulo del plano de la línea ecuatorial con la línea situada en el plano de la eclíptica, ésta une imaginariamente los centros del Sol y Tierra en un ángulo de  $23,45^\circ$



**Figura 38.** Declinación Solar. Tomado de: Briceño, 2010.

**Factor K:** Este parámetro corresponde al factor de corrección de la radiación para superficies inclinadas de los paneles, para elegir el factor K se debe conocer la latitud de la ciudad que se va analizar, el mes con la peor radiación y la inclinación de los paneles. Es importante indicar que la tabla nos da los valores de K cuando los paneles apuntan hacia el sur.

Quito: Latitud:  $0^\circ 13' 47''$  S

El peor mes de radiación es Mayo

Factor K con inclinación = 0.97

**Tabla 10.**  
*Factor K para Quito.*

Incl	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1.02	1.01	1	.98	.97	.96	.97	.98	1	1.01	1.02	1.02
10	1.03	1.01	.99	.96	.93	.92	.93	.95	.99	1.02	1.04	1.04
15	1.04	1.01	.97	.92	.88	.87	.88	.92	.97	1.02	1.05	1.05
20	1.04	1	.95	.88	.83	.81	.83	.88	.95	1.01	1.05	1.06
25	1.03	.99	.92	.84	.77	.75	.77	.83	.92	.99	1.04	1.06
30	1.02	.97	.88	.79	.71	.68	.7	.78	.88	.97	1.03	1.05

**Adaptado de:** Briceño, 2010.

Para calcular la potencia pico del sistema es necesario las siguientes fórmulas:

- Energía necesaria incluida pérdida de regulador

$$E_p = \frac{\text{Consumo}}{R * (1 - \text{Perd. Regulador})} \left[ \frac{Wh}{\text{día}} \right]$$

Fórmula 8. Pérdida del regulador. Tomado de: Briceño, 2010.

$$E_p = \frac{347,5}{0.689 * (1 - 0,1)} \left[ \frac{Wh}{\text{día}} \right]$$

$$E_p = 560 \left[ \frac{Wh}{\text{día}} \right]$$

- Radiación plano inclinado

$$H(\beta, 0) = H(0) \cdot k \left[ \frac{kWh}{m^2 \cdot \text{día}} \right]$$

Fórmula 9. Radiación plano inclinado. Tomado de: Briceño, 2010.

$$H(\beta, 0) = 4,8 * 0.97 \left[ \frac{kWh}{m^2 \cdot \text{día}} \right]$$

$$H(\beta, 0) = 4656 \left[ \frac{kWh}{m^2 \cdot \text{día}} \right]$$

- Horas pico solar

$$HSP = \frac{H(\beta, 0) \left[ \frac{kWh}{m^2 \cdot día} \right]}{1000 \left[ \frac{W}{m^2} \right]}$$

Fórmula 10. Horas pico solar. Tomado de: Briceño, 2010.

$$HSP = \frac{4656 \left[ \frac{kWh}{m^2 \cdot día} \right]}{1000 \left[ \frac{W}{m^2} \right]}$$

$$HSP = 4,7 \text{ h}$$

- Potencia pico del sistema

$$P_p = \frac{E_p}{HSP}$$

Fórmula 11. Potencia pico del sistema. Tomado de: Briceño, 2010.

$$P_p = \frac{560 \frac{Wh}{día}}{4,7 \text{ h}}$$

$$P_p = 119,15 \text{ W}$$

**Tabla 11.**  
*Potencia pico del sistema.*

Nombre	Cantidad	Unidades	Descripción
Perd. Regul.	10	%	Pérdidas del regulador 10%
Ep	560	Wh/día	Energía necesaria incluida pérdida de regulador
H(0)	4,8	kWh/m2.di a	Radiación peor condición plano horizontal
k	0,97		Latitud 0° e Inclinación 15° Mayo
H(β,0)	4656	kWh/m2.di a	Radiación plano inclinado
HSP	4,7	H	Horas pico solar
<b>Pp</b>	<b>119,15</b>	<b>W</b>	<b>Potencia pico del sistema</b>

Adaptado de: Briceño, 2010

### 3.8 Cálculo de paneles

$$N \text{ de paneles} = \frac{P_p}{P(\text{pmp})}$$

Fórmula 12. Número de paneles solares.

Tomado de: Briceño, 2010

$$N \text{ de paneles} = \frac{119,15 \text{ W}}{100 \text{ W}}$$

$$N \text{ de paneles} = 1 \text{ panel}$$

**Tabla 12.**

*Número de paneles que requiere el sistema.*

Nombre	Cantidad	Unidades	Descripción
P <sub>p</sub>	119,15	W	Potencia pico del sistema
P(pmp)	100	W	Potencia pico del panel solar
V <sub>oc</sub>	22,3	V	Voltaje a circuito abierto
I <sub>cc</sub>	5,69	A	Corriente a corto circuito
Coef. Temp. V <sub>oc</sub>	-0,32	%K	Coeficiente de Temperatura de V <sub>oc</sub>
V <sub>oc70°</sub>	19,08	V	Voltaje mínimo a 70° C circuito abierto
V <sub>oc-10°</sub>	24,80	V	Voltaje máximo a -10° C circuito abierto
<b>N de paneles</b>	<b>1</b>	<b>Unidades</b>	<b>Número de paneles que requiere el sistema</b>

Adaptado de: Briceño, 2010

- **Voltaje mínimo a 70° C circuito abierto**

$$V_{oc70^\circ} = (1 + \text{Coef. Temp. } V_{oc} \cdot (70^\circ - 25^\circ)) \cdot V_{oc}$$

Fórmula 13. Voltaje mínimo a 70° C circuito abierto. Tomado de: Briceño, 2010.

$$V_{oc70^\circ} = (1 + (-0,32) \cdot (70^\circ - 25^\circ)) \cdot 22,3 \text{ V}$$

$$V_{oc70^\circ} = 19,08 \text{ V}$$

- **Voltaje máximo a -10° C circuito abierto**

$$V_{oc} - 10^{\circ} = (1 + \text{Coef. Temp. } V_{oc} \cdot (-10^{\circ} - 25^{\circ})) \cdot V_{oc}$$

Fórmula 14. Voltaje máximo a -10° C circuito abierto. Tomado de: Briceño, 2010.

$$V_{oc} - 10^{\circ} = (1 + (-0.32) \cdot (-10^{\circ} - 25^{\circ})) \cdot 22,3 \text{ V}$$

$$\mathbf{V_{oc} - 10^{\circ} = 24,80 \text{ V}}$$



**Figura 39.** Gi Power GP-100P-36 Policristalino 100W. Tomado de: <https://www.victronenergy.com.es/solar-pv-panels/bluesolar-panels>

### 3.9 Selección del regulador de carga

Función de desconexión de la salida de carga por baja tensión de la batería, controladores de carga Phocos CML 12/24V según el cálculo del panel solar, la corriente a corto circuito es de 5.69 el regulador de carga es sobredimensionado de 10 A.



**Figura 40.** Phocos CML 10A. Tomado de: <https://www.victronenergy.com.es/solar-pv-panels/bluesolar-panels>

### **3.10 Elección del Motor a pasos**

El motor paso a paso se seleccionó por la fuerza de torque que da el motor para tener un movimiento exacto, la señal digital que necesita para moverse la envía el PLC a través de la programación de la interface del LOGO!soft Comfort v7, el programa enviará exactamente los pasos que queremos, y se sabe exactamente el ángulo que va girar el motor.

Este motor bipolar tiene una fuerza de (21Kg/cm) con un diámetro de eje de 8mm y en formato NEMA 23, el peso de panel solar de 100W con la estructura no supera los 20 kg siendo el motor ideal para el estudio. (Pololu Corporation, 2018).

#### **3.10.1 Características eléctricas del motor**

Corriente: 5.0 Amper

Resistencia: 0.4 Ohms

Inductancia: 1.8 mH

Cupla de mantenimiento:  $2.10 \text{ N/m} \cong 21.41 \text{ Kg/cm}$

#### **3.10.2 Características mecánicas del motor**

Brida: Nema 23 (57mm x 57mm)

Longitud de cuerpo: 76 mm

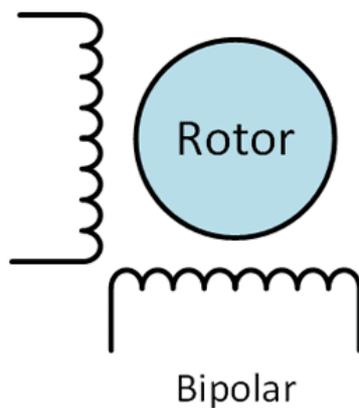
Eje diámetro: 8 mm

Eje largo: 19,4 mm

Peso: 1.0 Kg

Número de cables: 4

Resolución mecánica:  $1.8^\circ$  por paso



**Figura 41.** Esquema bipolar motor paso a paso de 4 cables.

Tomado de: [www.pololu.com](http://www.pololu.com)

Los motores bipolares, constan internamente de dos bobinas, lo que los hace relativamente más sencillos en su implementación y uso a diferencia de los motores unipolares que pueden tener entre 5 a 8 cables para su conexión.

Las bobinas están diseñadas de tal manera que al ser alimentadas alternadamente puedan cambiar la polaridad durante el movimiento y la secuencia de excitación.

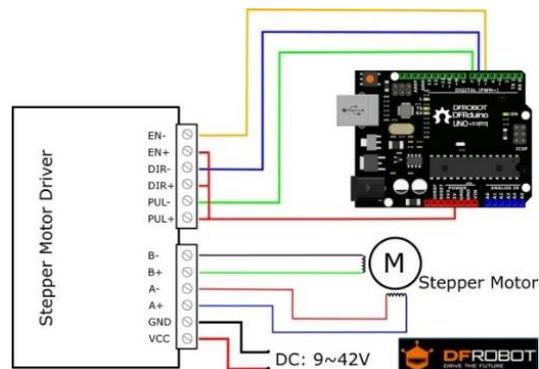


**Figura 42.** Motor a pasos Nema 23.

Tomado de: Catálogo de motores Pololu.

### 3.11 Driver de motor paso a paso 3.5A (TB6600)

Este controlador de motores paso a paso bipolares está basado en el chip TB6600 y permite controlar motores de hasta 3.5A por canal (4A max). Este driver consta de limitación de corriente ajustable según la aplicación propuesta, protección contra sobre corriente para sobrecargas y resoluciones diferentes de control por micro pasos. (Pololu Corporation, 2018).



**Figura 43.** Diagrama de conexión driver. Tomado de: <http://tienda.bricogeek.com/controladores-motores/992-controlador-de-motores-paso-a-paso-35a-tb6600.html>

El TB6600 es un controlador profesional para motores paso a paso bipolares. Es compatible con microcontroladores como Arduino y otros que puedan generar señales de pulsos de 5V. El TB6600 soporta una gran variedad de voltajes de entrada de 9 a 42V DC. Es capaz de proporcionar hasta 3.5A de corriente de forma continuada y 4A de pico por cortos periodos de tiempo. De esta forma puede controlar una gran variedad de motores. (Pololu Corporation, 2018).

El controlador soporta el control de dirección y de paso como en todos los controladores de este tipo. También puede configurarse para microstepping mediante unos micros interruptores incluidos. Hay 7 valores posibles: 1, 2 / A, 2 / B, 4, 8, 16 y 32 además de 8 posiciones para el ajuste de corriente: 0.5A, 1A, 1.5A, 2A, 2.5A, 2.8A, 3.0A y 3.5A. Todas las señales están protegidas internamente mediante optoacopladores de alta velocidad para evitar interferencias y mejorar el aislamiento del circuito de control. (Pololu Corporation, 2018).



**Figura 44.** Controlador de motores paso a paso 3.5A (TB6600). Tomado de: <http://tienda.bricogeek.com/controladores-motores/992-controlador-de-motores-paso-a-paso-35a-tb6600.html>

### 3.11.1 Características:

- Corriente de entrada: 0 a 5A
- Salida de corriente: 0.5 a 4A (ajustable)
- Señales de control: 3.3 a 24V
- Potencia máxima: 160W
- Micro Step: 1, 2/A, 2/B, 4, 8, 16, 32
- Temperatura de funcionamiento: -10 a 45°C
- Humedad: Sin condensación
- Dimensiones: 96x56x33 mm
- Peso: 200 gramos

Esta parte se encargará del control del movimiento del motor paso a paso y a su vez al posicionamiento del panel fotovoltaico. (Pololu Corporation, 2018).

El control del posicionamiento, nos garantiza la correcta posición del panel fotovoltaico para obtener la mayor cantidad de energía solar adecuada para poder realizar la carga de las baterías, tanto de las principales, como de las baterías que pertenecen a las luces de emergencia.

### 3.12 Relé 12V Marca Omron



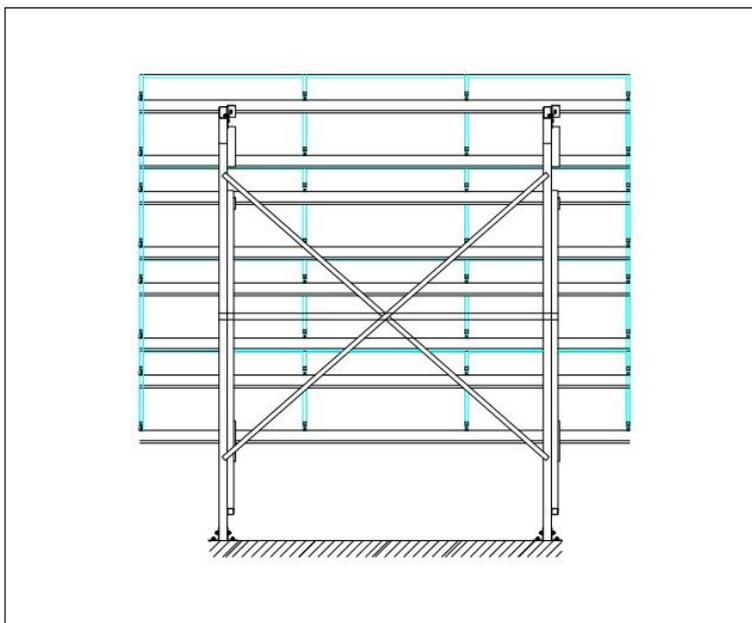
**Figura 45.** Relé Omron de 12V. Tomado de: (Schneider Electric, 2013).

El relé de bobina marca Omron MY2 Relé Auxiliar 2na Nc 5amp de 8 pines con base de zócalo, estará conectado al PLC SIEMENS 230 RCE a través de una salida la cual será alimentado por el inversor de 12V, tiene la función de encender las luminarias de emergencia marca Hagroy, retirando la energía de alimentación.

### 3.13 Estructura del Panel Solar

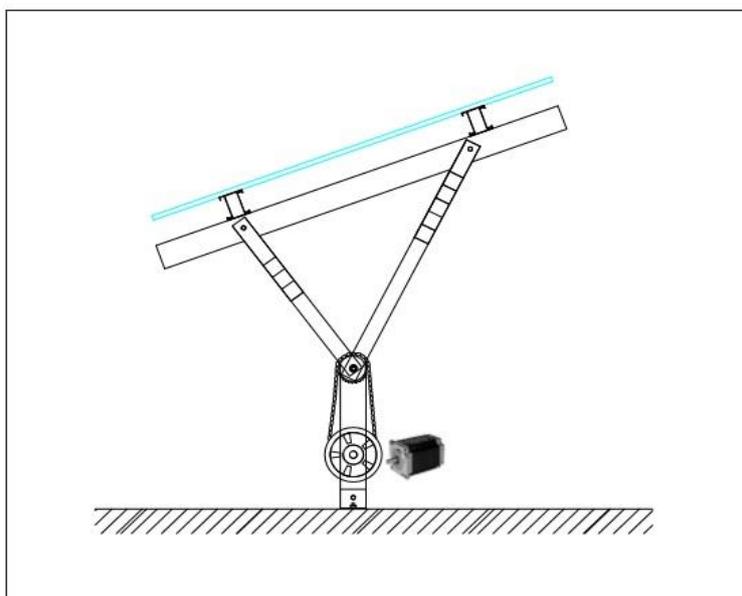
Se procede a elaborar un plano para la estructura y el software que se va utilizar es AutoCAD 2D, el diseño del plano para este proyecto es realizar un movimiento que siga la trayectoria del sol en sentido Este a Oeste durante el día, para que el panel reciba la mayor cantidad de energía solar.

La estructura está compuesta de tubos cuadrados en forma de Y, la parte que se une el panel inmobilizada con sujetadores forma un triángulo movable conformada por una cadena para los discos de diferente diámetro al cual va unido el motor a pasos dando el movimiento deseado, la estructura va anclada al piso con pernos



**Figura 46.** Estructura trasera del panel solar.

### 3.14 Esquema de la estructura



**Figura 47.** Estructura del Panel Solar.

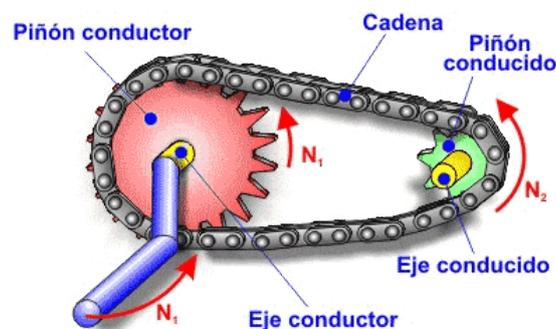
Este dará el movimiento al panel solar en los diferentes ángulos sea de Este a Oeste de  $-23^\circ$  o de Oeste a Este de  $23^\circ$  o también dejándolo perpendicular al panel solar, esto sería en tres movimientos que se realizará con la programación del PLC.

### 3.15 Descripción de la cadena y las ruedas

Este mecanismo a emplear tiene un uso frecuente en bicicletas, motores de autos, motos, apertura automática de puertas, entre otros, en este proyecto su fin será para movimiento del panel fotovoltaico.

El mecanismo cuenta con una cadena sin fin de eslabones que engranan con ruedas dentadas, unidas en su disposición con los ejes correspondientes al conductor y al conducido.

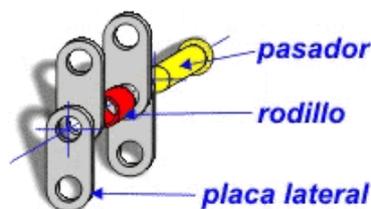
Cada eje debe mantener una posición fija respecto del otro, sujetos mediante soportes y armaduras.



**Figura 48.** Discos y Cadena. Tomado de:

[http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/mecanismos/mec\\_cadena-pinon.htm](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/mecanismos/mec_cadena-pinon.htm)

Las cadenas empleadas para la transmisión generalmente poseen un grado de libertad en una dirección y deben ser engranados con demasiada precisión con los dientes de los piñones. En su composición, las partes más básicas son: pasador, rodillo y placa lateral.



**Figura 49.** Cadena. Tomado de:

[http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/mecanismos/mec\\_cadena-pinon.htm](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/mecanismos/mec_cadena-pinon.htm)

### 3.16 Elección de la luz de emergencia

Las luces de emergencia de Hagroy, dieron un paso más en la evolución de los sistemas de señalización para emergencias, brindando mejor eficiencia en el análisis del consumo de energía y mejor iluminación, debido a que la iluminación LED reduce el impacto ambiental y amplían la vida útil del equipo.

#### 3.16.1 Descripción

1. Cantidad de LEDs: 72 LEDs de alto brillo
2. Ángulo de iluminación 120°
3. Potencia total 7.5W
4. Batería 12V 4Amp
5. Duración Autonomía 12 horas
6. LED indicador de carga de batería

#### 3.16.2 Forma de uso

Para activar la luz de emergencia LED el switch on-off deberá estar en la posición ON. El encendido de las luminarias LED se genera a partir del corte de energía eléctrica durante el intervalo de tiempo de autonomía que proporcione la batería integrada en la luminaria de emergencia Hagroy.

En el momento en que retorna la energía eléctrica, la luminaria de emergencia se procede a su apagado donde el módulo del sistema fotovoltaico es el encargado de volver al estado de carga de las baterías. Esto se verifica en el LED rojo del equipo que se enciende cuando la batería está descargada.



**Figura 50.** Luz de Emergencia Hagroy. Tomado de: <http://www.hagroy.com>



### 3.18 Funcionamiento de la programación del sistema fotovoltaico

En la programación del sistema fotovoltaico al momento de un corte de electricidad el circuito encargado de dar la señal al PLC iniciará el programa a través de una entrada I1 con un retardo a la desconexión de tiempo de 5 segundos que es el tiempo adecuado para arrancar el programa dejando sin luz por un corto lapso, con una NOT de entrada 1 indicando la falta de energía adoptando un estado 0, esto activará la salida Q1 conectado a un relé que retirará la energía para que las lámparas de emergencia marca Hagroy se enciendan.

Para el software que se realizará en el LOGO se debe programar el motor que llevará a cabo el movimiento del panel solar, el LOGO debe estar equipado con un reloj interno en tiempo programando semanalmente para tres tipos de movimiento en sentido horario y anti horario.

Considerando el inicio del día a las 00:00 AM, los estados programados serán 3, los cuales considerarán una disposición angular de 35°, 90° y 135° respecto al plano horizontal en dirección de oriente a occidente en el día considerando las horas aprovechables de luz y un último movimiento nocturno para el retorno al estado inicial para el siguiente proceso al día siguiente.

El primer cambio de estado de posición del panel se realizará a las 11:30 AM cuya configuración en el transcurso del tiempo 12:00 PM del día, el panel asegure una posición perpendicular respecto a la incidencia de la radiación solar en el momento.

El segundo cambio de estado de posición del panel se realizará en el sentido de oriente-occidente a las 15:00 PM, en la cual se estima un ángulo de perpendicularidad a la radiación solar, a partir de este momento su estado será permanente hasta el siguiente cambio de estado.

El tercer cambio de estado de posición del panel se realizará para lograr el retorno a posición inicial del panel el cual debe retornar a una posición de 35° respecto al eje horizontal para el día siguiente asegurar la perpendicularidad de

la incidencia solar en la mañana, este movimiento se realizará en dirección occidente-orienté.

El movimiento de los tres estados del panel se realiza por temporizadores los cuales activan el funcionamiento del motor a pasos considerando un tiempo de giro que asegure los pasos que este deba dar para su posición final, el tiempo de activación es de 1 minuto en el cual las variables de los contadores de pasos programados eviten entrar en error.

La programación del PLC cuenta con dos entradas más, una de encendido I2 y otra de apagado I3 de movimiento del sistema fotovoltaico para ahorro de energía en el cual únicamente se realizará la alimentación de las baterías para un buen funcionamiento y una larga duración.

El motor a pasos que se utiliza para este programa es bipolar esto quiere decir que cuenta con cuatro bobinas, cada bobina da un giro de 1.8 grados por excitación, estos son los pasos que da el motor, el sistema está programado para que los pasos se realicen cada 0.5 segundos, las salidas de las bobinas está comprendido mediante un sistema de marcas auxiliares los cuales guardan el estado anterior para asegurar el sentido de giro y orden de excitación de las mismas, el giro de ángulo del motor está dado considerado un movimiento de 4 pasos por activación de movimiento, lo cual es considerado para el cálculo del número de activaciones de movimiento para obtener el número de pasos totales del motor para obtener la posición deseada.

El ángulo de rotación del panel se considera a partir de la relación de movimiento entre los piñones dentados que en torno a las dimensiones de radio dan como resultado  $R= 0.52$ .

Los cálculos se deben a las medidas de las ruedas dentadas cuyos diámetros:

$$D1= 12,5 \text{ y } D2= 6,5$$

Considerando que la posición inicial del panel es con un ángulo de inclinación de  $15^\circ$  hacia el sol durante la cual se dispone de la incidencia del sol durante la

mañana, a partir de esta, el primer movimiento considerado en el día se proyectará a 90 grados a las 12:00 PM, lo cual requiere un movimiento de 55°.

Entonces tenemos:

$$55^\circ \times 0,52 = 28,6^\circ$$

$$X = \frac{28,6^\circ \times 1}{1,8^\circ \text{ por paso}} = 16 \text{ pasos}$$

Fórmula 15. Número de pasos.

Tomado de: Briceño, 2010

Esto sería 16 pasos que debe realizar el motor, el motor cuenta con 4 bobinas cada bobina obtendrá un paso por excitación, ya que en cada activación de movimiento del sistema se dan 4 pasos, se divide 16/4, esto da como resultado un número de 4 activaciones de movimiento que debe tener el sistema para lograr un movimiento de 55°, este número de activaciones es considerado en el contador interno del PLC cuya salida asegura el encendido y apagado del motor, un impulso de entrada decrementa un valor de conteo interno del PLC y así finaliza el giro del motor y el panel se mantendrá en la ubicación deseada, de esta forma se proporciona el control de posición en lazo abierto del sistema fotovoltaico.

La programación se realizó en 2 lenguajes de programación, viene dado en KOP y FUP para comprensión del funcionamiento sistema fotovoltaico según corresponda.

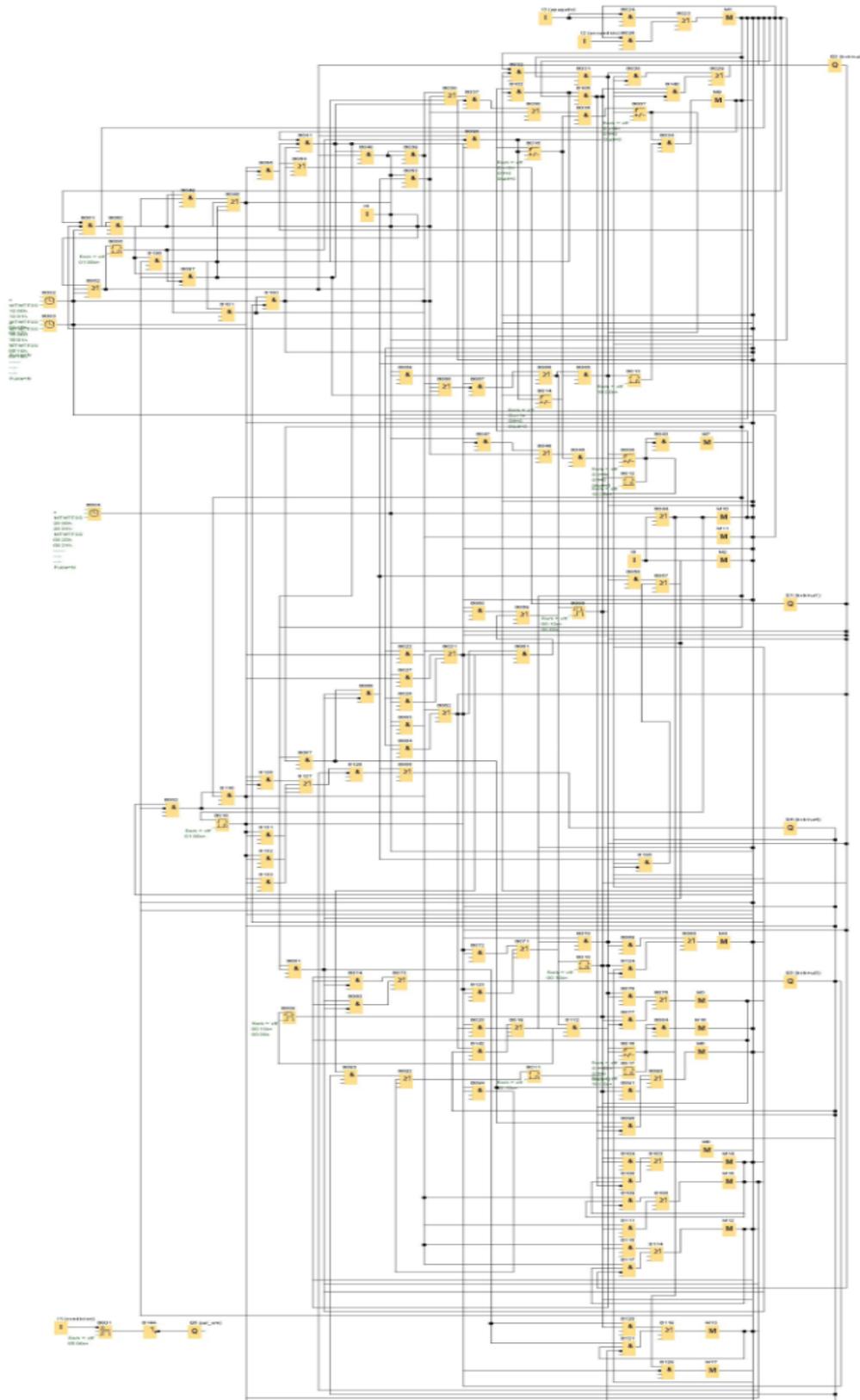


Figura 52. Diagrama de Funciones FUP.

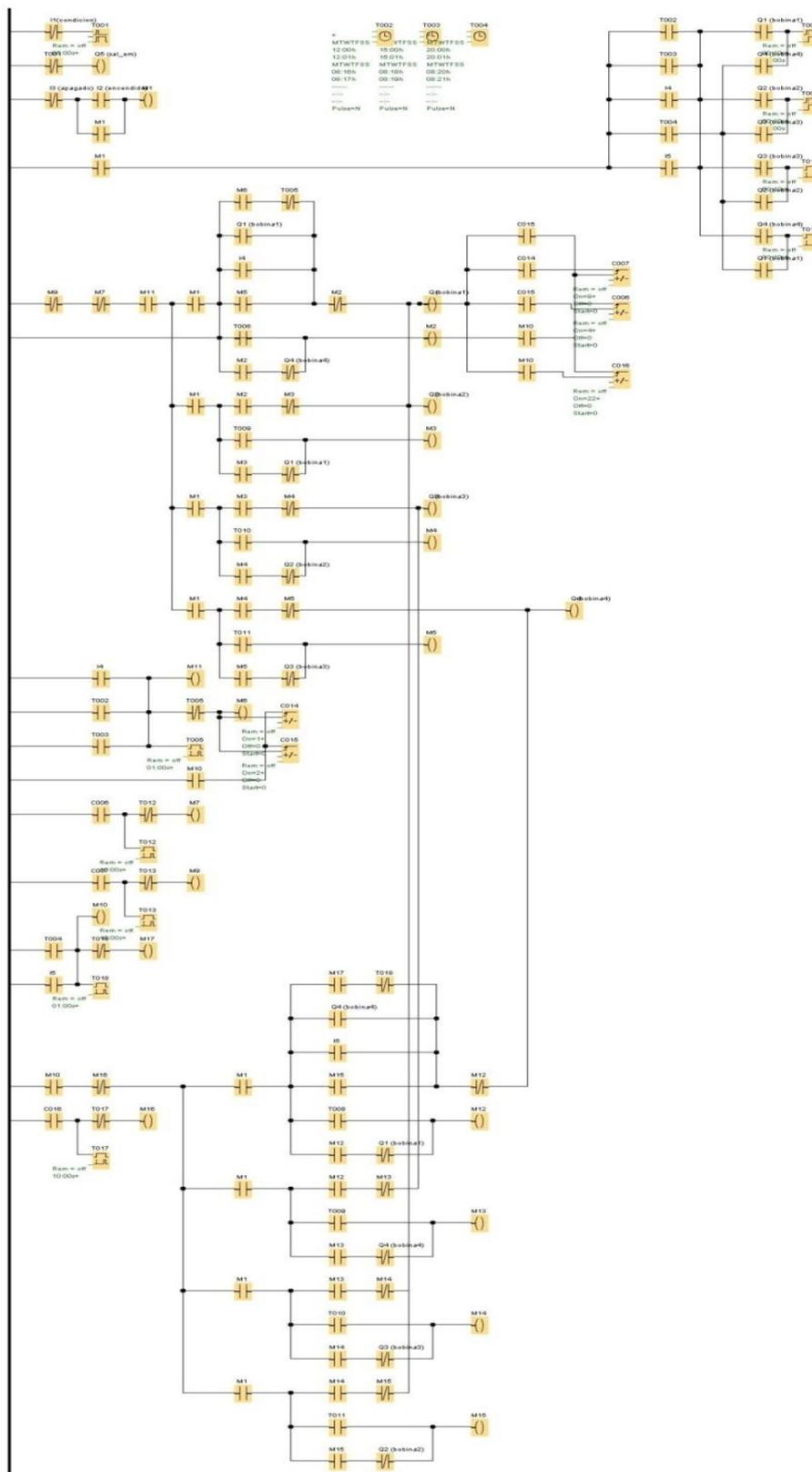


Figura 53. Esquema de Contactos KOP.

## 4. CAPITULO IV.

### 4.1 Vida útil de la instalación.

La vida útil de un sistema fotovoltaico la detallan sus componentes, especialmente el generador o módulo fotovoltaico, que compone más del 60% del valor del sistema. El mantenimiento insuficiente, pero necesario para una vida más larga de la instalación, constituye el segundo elemento en importancia.

La vida útil de los elementos que componen el sistema fotovoltaico como el inversor, medidores, elementos auxiliares, cableado, canalizaciones, cajas de conexión y más, determinan la vida útil característica de todo equipo eléctrico y electrónico, la cual es compatible con la larga vida útil del sistema fotovoltaico considerando un adecuado mantenimiento.

### 4.2 Cálculo del consumo mensual de las luces de emergencia Hagroy

El medidor de energía eléctrica registra el consumo en su residencia. Ese consumo, que corresponde a un período determinado, es expresado en kilovatios-hora (KWH).

Para calcular el consumo mensual de cada electrodoméstico, multiplique la potencia del electrodoméstico (vatios W) por el número de horas usado en el mes; para eso aplique la siguiente fórmula.

$$\text{Consumo Mensual} = \frac{\text{Potencia (W)} * \text{horas de uso por día} * \text{días uso al mes}}{1000}$$

Fórmula 16. Consumo Mensual.

Tomado de: Conelec, 2018

Para la luminaria de emergencia Hagroy se debe calcular la potencia de las baterías, la cual se carga 24 horas al día, durante los 30 días del mes.

Para el cálculo la potencia de consumo de la batería de la luz de emergencia Hagroy:

Consumo de corriente AC = 20 mA

Voltaje: 110 V

Factor de potencia es: 1,00. Significará que en torno al 100% de los kWh que pagamos en el recibo, los habremos utilizado para iluminar.

Con un factor de potencia cercano a 1,00 la corriente que circulará por nuestra instalación será la necesaria para alimentar nuestras luminarias, si tenemos un bajo factor de potencia estas corrientes serán más elevadas con las desventajas económicas que ello supone para el dimensionamiento y la durabilidad de nuestra instalación eléctrica.

$$P = \text{Voltaje (V)} * \text{Corriente (AC)} * \text{Factor de Potencia}$$

Fórmula 17. Potencia.

$$P = 110 (V) * 0,02(A) * 1$$

$$P = 2,2 W$$

Para el cálculo de del Consumo Mensual:

$$\text{Consumo Mensual} = \frac{\text{Potencia (W)} * \text{horas de uso por día} * \text{días uso al mes}}{1000}$$

$$\text{Consumo Mensual} = \frac{2,2(W) * 24 \text{ horas} * 30 \text{ días}}{1000}$$

$$\text{Consumo Mensual} = 1,58 \text{ kwh/mes}$$

La tarifa dignidad según Conelec es subsidiada y equivale USD 0,083 por kWh.

### 4.3 Análisis de la luminaria de emergencia Hagroy

El costo conectado a la red eléctrica que se obtiene en la planilla es de \$ 0,13 ctvs. al mes, si en el diseño del sistema fotovoltaico según los cálculos se obtiene una potencia de 100w , cuando no funciona el sistema de posicionamiento y control del motor el sistema fotovoltaico puede alimentar 45 luminarias de

emergencia con un valor mensual de \$ 5,91 y un valor anual en Dólares de \$70,99 para obtener un ahorro económico importante a medio y largo plazo.

#### **4.4 Garantías y expectativa de vida útil de los equipos**

Paneles Solares Fotovoltaicos SUNLINK, Gi POWER Y EC SOLAR (garantía de 5 años contra defectos de fabricación y una expectativa de vida útil que garantiza una potencia no menor al 80% de su valor nominal a los 25 años.

Inversores e Inversores Cargadores VICTRON ENERGY, poseen garantía de 2 años contra defectos de fabricación y una expectativa de vida útil 15 años.

Baterías de ciclo profundo RITAR POWER, poseen garantía de 1 año contra defectos de fábrica y expectativa de vida útil mayor a 5 años, en condiciones ideales descritas en hoja técnica. (RA, DC, DG, EV, RT). Esta batería no debe estar más de 2 meses sin recibir carga o podría sufrir sulfatación.

Regulador PHOCOS CML, garantía de 1 año contra defectos de fabricación y una expectativa de vida útil de 10 años.

La garantía de estos equipos electrónicos estará sujeta a que se entregue el dimensionado básico y demuestre que cumplió con norma técnicas de instalación que aseguren la vida útil del sistema.

#### **4.5 Presupuesto del sistema fotovoltaico**

Los equipos en la presente propuesta cumplen con todas las normas y estándares generalmente aceptados para proyectos relacionados con sistemas autónomos de emergencia o electrificación rural, que deben ofrecer una alta fiabilidad.

**Tabla 13.**  
*Presupuesto del sistema fotovoltaico.*

<b>Presupuesto del Sistema Fotovoltaico</b>				
<b>Nombre</b>	<b>Marca</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Total (IVA)</b>
Panel Solar	Gi Power GP-100P-36, 12Vdc nominal 100Wp, 12 V, 100 W	1	118,13	132,31
Regulador de Carga	Phocos CML 12/24V 10/10 A CML10-2.1, 12 / 24 V, 10 A	1	56,91	63,74
Batería 12V	Ritar Power DC12150 12Vdc 150Ah 150Ah@10horas (AGM) (RA12-150), 12V,	3	392,77	1319,7
Inversor	Victron Energy Phoenix Inverter 12/375 120V VE.Direct NEMA 5-15R	1	288,23	322,82
Motor a pasos	Nema 23		70,4	80
Controlador de motores paso a paso	TB6600 de 3,5 <sup>a</sup>		26,4	30
PLC	Siemens 230 RCE	1	105,6	120
Estructura	Estructura de acero, ruedas dentadas y cadena	1	88	100
Luz de Emergencia	Hagroy	1	24,64	27,60
Relay	Omron MY2 Rele Auxiliar 2na Nc 5amp	1	13,2	15
Cables para conexiones			44	50
			<b>TOTAL</b>	<b>2261,17</b>

La siguiente oferta es obtenida a través de proformas de la empresa Renova-Energía y valores obtenidos de internet netamente en Ecuador por lo que en este proyecto como guía de un sistema básico fotovoltaico para luces de emergencia estaría un valor estimado de 2261,17 Dólares Americanos.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES

- En el Ecuador, la ubicación geográfica (línea Ecuatorial), presenta muchos beneficios al momento de captar energía solar e implementar sistemas fotovoltaicos, los rayos solares son perpendiculares hacia la Tierra dando una eficiencia mayor con 8 horas de radiación solar, además es una manera ecológica de generación de energía.
- El estudio realizado apoya la creación de un sistema fotovoltaico con fines educativos para la Universidad de las Américas, en la Facultad de Ingenierías y específicamente en la carrera de la Tecnología en Construcción y Domótica, tomando como base la información de un curso realizado en Quito de paneles solares y eficiencia energética que se llevó a cabo en Ecuadomotics.
- De acuerdo a los cálculos realizados en el proyecto se pudo verificar una correcta selección de equipos de control, estructura para el panel y la programación realizada en el LOGO!Soft Comfort v7 en conjunto para una buena realización del proyecto.
- Los paneles solares están diseñados y fabricados a un valor de aprovechamiento del recurso solar máximo de 10%, sin embargo estos equipos generan su máxima potencia en horas pico solar a una radiación que puede llegar a 1000 W/m<sup>2</sup> compensando de esta manera su rendimiento.
- La instalación del sistema de iluminación con las lámparas LEDs de emergencia HAGROY, está relacionada con el ahorro energético planteado, pues estas funcionan a 12 VDC con bajo consumo energético, larga durabilidad, y buena intensidad luminosa, es decir más rentables que los sistemas tradicionales de iluminación de neón, focos fluorescentes o focos incandescentes.
- Mediante la realización de estos estudios el proyecto como tal es viable para ser instalado e implementado en una edificación comercial, según la potencia del panel solar de 100 W y las 3 baterías instaladas en paralelo si no funciona el sistema de posicionamiento y control el

sistema abastecerá 45 luminarias de emergencia, que pueden ser ubicadas en las diferentes salidas de emergencia según los planos arquitectónicos, también se puede incrementar la potencia del proyecto agregando al sistema fotovoltaico varios paneles solares para un mayor número de luminarias, que requieran las diferentes edificaciones.

- El presupuesto de este proyecto consta de valores reales ofertados en el 2018 gracias a la proforma de la empresa Renova-Energia, la cual puede ser tomada como guía de un sistema básico de energía renovable para futuros proyectos.
- Se determinó que el costo total del módulo de prueba de un sistema de iluminación de emergencia es de \$ 2261,17 Dólares Americanos; y comparando este costo con las luces de emergencia que se encuentran conectadas a la red de energía eléctrica de Quito es de \$ 70,99 Dólares anual, esto quiere decir que la inversión total realizada dentro de los 30 años será recuperada, demostrando que el proyecto económicamente es rentable en virtud a los resultados obtenidos, el proyecto aportará los beneficios económicos que se esperan a largo de plazo.

## RECOMENDACIONES

- Impartir las guías de estudio de los sistemas fotovoltaicos, para futuras implementaciones en nuestro país y en la comunidad Universitaria, aportando a un sistema ecológico que hoy en día es una de las necesidades esenciales se debe aplicar para el bienestar y mejor vida de todos los seres vivos.
- Logra una concientización en la sociedad sobre los sistemas fotovoltaicos, dando a conocerlos como fuentes alternativas que ofrecen soluciones integrales con beneficios sociales y particulares a ser aprovechados.
- Se puede realizar la instalación de acuerdo a esta guía del sistema solar fotovoltaico, de acuerdo al diseño planeado en este documento, comprobar las características técnicas de los equipos, tener las precauciones necesarias en la instalación, verificar las polaridades.
- El voltaje obtenido es afectado de forma directamente proporcional por las condiciones ambientales, nubosidad, temperatura y las partículas de polvo que se asientan en el cristal que impiden el paso de la radiación solar, esto hace que la tensión del panel no sea eficiente en el transcurso del día, lo que se recomienda es un mantenimiento periódico para el óptimo funcionamiento del sistema.
- El proyecto de sistema de iluminación de emergencia alimentado por medio de un sistema fotovoltaico con posicionamiento y control e implementación de luces tipo LED, demuestra claramente ser más conveniente que el sistema que utiliza energía eléctrica. Por varios aspectos siendo los más principales los siguientes: Es más económico, cumple con medidas de mitigación ambiental, es de fácil instalación, y su vida útil es de largo plazo, obteniendo mejores beneficios que los sistemas tradicionales.

## REFERENCIAS

- Alfred Sá. (2015). *Aplicaciones de LED en Diseño de Iluminación*. Madrid, España: Ediciones Tecnicas Marcombo.
- Arenas, D., & Zapata Castaño, H. S. (2011). *Libro Interactivo sobre Energía Solar y sus Aplicaciones* (Primera ed.). Pereira, Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira.
- Briceño, M. (2010). *Energía Solar Fotovoltaica*. Quito, Pichincha, Ecuador: Ecuadomotics.
- Cuerpo de Bomberos. (26 de Diciembre de 2014). Reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios. *Registro Oficial(114)*, 96. Quito, Pichincha, Ecuador: Editora Nacional.
- Echeverría Yanez, M. E. (1999). *Utilización de los Sistemas Fotovoltaicos en Campamentos Alejados de la Red Pública*. Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Flores Rivera, N. R., & Dominguez Ramirez, M. A. (2006). *Medición de la eficiencia energética de los paneles solares de silicio*. Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C. POSGRADO. Durango: CIMAV.
- Hagroy Electronic. (2018). *Catálogo de luces de Emergencia Hagroy*. Obtenido de <http://www.hagroy.com>: <http://www.hagroy.com/es/producto/luz-de-emergencia-led/>
- Llangarí, F. (2015). *Diseño y Desarrollo de un sistema de posicionamiento automático seguidor de la luz solar de un eje, controlador por medio de un microcontrolador y un motor paso a paso como actuador, empleando un control con lógica difusa*. Quito, Pichincha, Ecuador: U.P.S.
- Martínez Guzmán, M. d. (2017). *Análisis del impacto ambiental provocado por el uso de energía fotovoltaica*. Instituto Tecnológico de Durango,

Departamento de Ciencias Químicas. Durango: Instituto Tecnológico de Durango.

Microautomacion. (2010). *Controlador Logico Programable (PLC)*. Automación Micromecánica s.a.i.c, Departamento de Capacitación. Buenos Aires: Automación Micromecánica s.a.i.c.

Ministerio de Inclusión Económica y Social. (2016). *Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección contra Incendios*. Ministerio de Inclusión Económica y Social, Quito.

Monge Bolaños, G. (2011). *Emergencias y Evacuación en Centros de Trabajo*. Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias. Costa Rica: Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias.

NEC, N. E. (Diciembre de 2014). NEC-SE-RE: Riesgo Sísmico, Evaluación, Rehabilitación de Estructuras. Quito, Pichincha, Ecuador: Dirección de Comunicación Social, MIDUVI. Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/NEC-SE-RE-Riesgos%C3%ADsmico.pdf>

Pololu Corporation. (2018). *Catálogo de Motores paso a paso Pololu*. Obtenido de <https://www.pololu.com/category/87/stepper-motors>

Quispe Maldonado, P. A., & Villena Iguago, A. (2006). *Diseño y Construcción de un Sistema de extracción de energía térmica para el enfriamiento de un panel fotovoltaico de 43 W y análisis de mejoramiento de eficiencia de conversión fotoeléctrica*. Quito, Pichincha, Ecuador: ES.P.E.

Renova Energia. (2016). *Catálogo de Sistemas Fotovoltaicos*. Obtenido de <http://www.renova-energia.com>: <http://www.renova-energia.com/productos/reguladores-de-voltaje-solares-fotovoltaicos/>

Salazar, A. (2015). *Diseño de un sistema fotovoltaico con control de posicionamiento e implementación de luces tipo LED para un pasillo del*

*bloque B de la Universidad Politecnica Salesiana de la ciudad de Guayaquil.* Guayaquil, Guayas, Ecuador: U.P.S.

Sarmiento, P. (1995). *Energía Solar: Aplicaciones e Ingeniería* (Cuarta ed.). Valparaiso, Chile: Ediciones Universitarias de Valparaiso.

Schneider Electric. (02 de Febrero de 2013). *Manual Electromecanico* *Recueprado el 3 de gosto del 2017.* Obtenido de <https://www.schneider-electric.com.ec>: <https://www.schneider-electric.com.ec/documents/soporte/telesquemario.pdf>

Siemens. (2011). *Guía de usuario de Software LOGO!Soft Comfort V7.0.* Berlín: Siemens.

Tokman, M. R. (2017). *Lineamientos Generales de la Política Energética.* Santiago de Chile, Chile: Comisión Nacional de Energía.

## **ANEXOS**

# ANEXOS A: Datasheet Panel Solar Gi-Power 100W



## Polycrystalline Module Models

GP-105P-36    GP-100P-36    GP-095P-36

## Electrical Specifications

\*STC : Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>, AM1.5 spectrum, module temperature 25°C

Model type	GP-105P-36	GP-0100P-36	GP-095P-36
Peak power (Pmax)	105W	100W	95W
Cell Efficiency	18.52%	17.64%	16.75%
Maximum power voltage (Vmp)	19.2V	18.7V	18.3V
Maximum power current (Imp)	5.47A	5.35A	5.19A
Open circuit voltage (Voc)	22.6V	22.3V	22.0V
Short circuit current (Isc)	5.82A	5.69A	5.56A
Power Tolerance		±3%	
Maximum system voltage		800V	
Series fuse rating (A)		8	
Number of bypass diode		2	

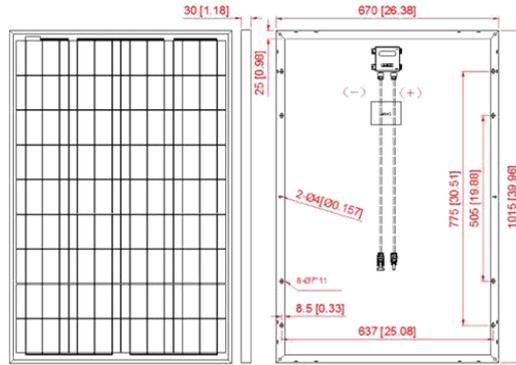


## Temperature Coefficients

Current Temperature Coefficient α(Isc)	-0.08%/°C
Voltage Temperature Coefficient β(Voc)	-0.32%/°C
Power Temperature Coefficient	-0.38%/°C
Nominal Temperature Of Cells(NOTC)	46±2°C
Application Temperature Range	-40~+85°C

## Mechanical Characteristics

Dimensions:	1015 x 670 x 30mm (39.96x26.38x1.18 inch)
Weight:	7.2 kg (15.98 lbs)
Solar Cells:	36 cells in series(4 x 9)
Construction:	High-transmission low-iron tempered glass , EVA, TPT/TPE
Frame:	Anodized aluminum is mainly for improving corrosion resistance. Color: silver



Module Diagram

## Output(Optional)

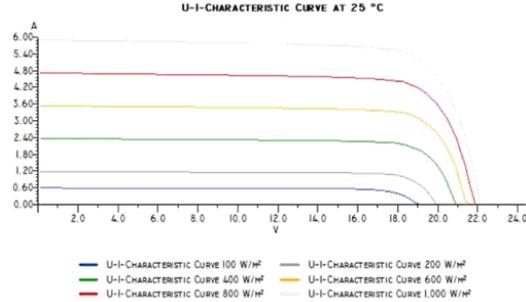
Cable	LAPP(4 mm <sup>2</sup> )
Lengths	900mm(-) and 900mm(+)
Connector	MC Plug Type IV

## Module Warranty:

- 25-year limited warranty of 80% power output;
- 10-year limited warranty of 90% power output;
- 5-year limited warranty of materials and workmanship.

**Note:** This publication summarizes product warranty and Specifications which are subject to change without notice

Product photos are for reference only, on behalf of actual product.



Electrical Performance

## ANEXOS B: Datasheet Phocos Regulador de Carga CML Página 1/2

CÓDIGOS: RD001 - RD002 - RD003 - RD004



### CML series (5 – 20 A)

Controladores de Carga Solar



- Estado de Carga de la Bateria visualizado con 3 LEDs
- Pre aviso acustico de desconexion de carga
- Regulacion PWM (tipo serie)
- Cargado profundo, ecualizado y de flotacion, tambien para VRLA
- Deteccion automatica para 12 V y 24 V
- Compensacion de temperatura integrada
- Terminales grandes (hasta 16 mm<sup>2</sup> )
- SOC y voltaje controlado LVD
- Completamente protegido electronicamente

La serie CML es una sofisticada familia de controladores de carga solar para aplicaciones de bajo costo. El circuito electronico esta equipado con un microcontrolador que proporciona alta eficiencia tecnologica de carga junto con una excepcional visualizacion, advertencia y funciones de seguridad.

El metodo de cargado PWM con compensacion de temperatura de tres estados (boost, ecualizacion, flotacion)

es ahora ajustable para baterias de acido plomo selladas o con ventilacion. La nueva version tambien permite, ya sea por SOC o voltaje controlado, una funcion de desconexion por bajo voltaje.

El estado de la bateria es claramente indicado por tres LEDs. Como el primer controlador en el mercado en este rango de precio, viene con la caracteristica de un pre-aviso acustico de desconexion de carga por bajo voltaje.

Datasheet\_CML series\_1/2\_s\_2010-04-01\_Subject to change without notice

[www.renova-energia.com](http://www.renova-energia.com)

Phocos AG

## ANEXOS C: Datasheet Phocos Regulador de Carga CML Página 2/2

## CML series (5 – 20 A)

Controladores de Carga Solar

Tipo	RD001	RD002	RD003	RD004	
	CML 05	CML 08	CML 10	CML 15	CML 20
Voltaje del Sistema	12/24 V auto reconocimiento				
Max. Carga/Corriente de Carga	5 A	8 A	10 A	15 A	20 A
Carga de Flotacion	13.7/27.4V (25 °C)				
Carga de Boost	14.4 /28.8 V (25 °C), 2 Std. activacion: voltaje de la bateria < 12.3/24.6 V				
Equalizacion	14.8/29.6 V (25 °C), 2 Std. activacion: voltaje de la bateria < 12.1/24.2 V				
Proteccion de descarga profunda: Estado de la carga dependiente	11.4 – 11.9 V / 22.8 – 23.8 V				
Voltaje dependiente	11.0/22.0V				
Nivel de reconexion	12.8/25.6 V				
Proteccion por sobrevoltaje	15.5/31.0V				
Proteccion por voltaje bajo	10.5/21.0V				
Max. voltaje de panel	30 V en sistemas de 12V				
(Proteccion de sobrevoltaje por varistor)	50 V en sistemas de 24V				
Compensacion de Temperatura	-25 mV/K at 12V				
(Voltaje de Carga)	-50 mV/K at 24V				
Max. auto consumo	< 4 mA				
Aterramiento	aterramiento positivo posible				
Temperatura ambiente	-40 a +50 °C				
Max. altitud	4,000 m sobre el nivel del mar				
Tipo de bateria	acido plomo (GEL, AGM, liquidas)				
Seccion de terminales	< 16 mm <sup>2</sup>				
Peso	160 g				
Dimensiones (W x H x D)	80 x 100 x 32 mm				
Tipo de proteccion	IP22				
Humedad relativa	menor a 95% (no condensado)				

Datshheet\_CML series\_2/2\_s\_2010-04-01\_Subject to change without notice

## Inversores Phoenix

250VA – 500VA 230V

www.victronenergy.com



Phoenix 12/375 VE.Direct



Phoenix 12/375 VE.Direct



### Puerto de comunicación VE.Direct

El puerto VE.Direct puede conectarse a:

- Un ordenador (se necesita un cable de interfaz VE.Direct a USB)
- Smartphones Apple y Android, tabletas, mackbooks y demás dispositivos (se necesita una mochila VE.Direct a Bluetooth Smart)

Totalmente configurable:

- Niveles de disparo de la alarma y restablecimiento por tensión baja de la batería.
- Niveles de desconexión y reinicio por tensión baja de la batería.
- Desconexión dinámica: nivel de desconexión dependiente de la carga
- Tensión de salida 210 - 245V
- Frecuencia 50 Hz o 60 Hz
- On/off del modo ECO y sensor de nivel del modo ECO

Seguimiento:

- Tensión y corriente de entrada/salida alarmas

### Fiabilidad probada

La topología de puente completo más transformador toroidal ha demostrado su fiabilidad a lo largo de muchos años.

Los inversores están a prueba de cortocircuitos y protegidos contra el sobrecalentamiento, ya sea debido a una sobrecarga o a una temperatura ambiente elevada.

### Alta potencia de arranque

Necesaria para arrancar cargas como convertidores para lámparas LED, halógenas o herramientas eléctricas.

### Modo ECO

En modo ECO, el inversor se pondrá en espera cuando la carga descienda por debajo de un valor predeterminado. Una vez en espera, el inversor se activará brevemente (ajustable; por defecto: cada 2,5 segundos). Si la carga excede el nivel predeterminado, el inversor permanecerá encendido.

### Interruptor on/off remoto

Se puede conectar un interruptor On/Off remoto a un conector bifásico o entre el positivo de la batería y el contacto de la izquierda del conector bifásico.

### Diagnóstico LED

Por favor, consulte el manual para obtener su descripción.

### Para transferir la carga a otra fuente CA: el conmutador de transferencia automático

Para nuestros inversores de menor potencia recomendamos nuestro conmutador de transferencia automático Filax. El tiempo de conmutación del "Filax" es muy corto (menos de 20 milisegundos), de manera que los ordenadores y demás equipos electrónicos continuarán funcionando sin interrupción.

### Disponibles con tres tomas de corriente distintas

Schuko



UK (BS-1363)



AU/NZ (3112)



EC-320 (enchufe macho incluido)



### Bornes de tornillo

No se necesitan herramientas especiales para su instalación

## ANEXOS E: Datasheet Inversor Victron Energy Phoenix 12/375 Página 2/2

Inversor Phoenix	12 voltios 24 voltios 48 voltios	12/250 24/250 48/250	12/375 24/375 48/375	12/500 24/500 48/500
Potencia cont. a 25°C (1)	250VA		375VA	500VA
Potencia cont. a 25°C / 40°C	200 / 175W		300 / 260W	400/350W
Pico de potencia	400W		700W	900W
Tensión / frecuencia CA de salida (ajustable)	230VCA +/- 3% 50Hz o 60Hz +/- 0,1%			
Rango de tensión de entrada	9,2 - 17 / 18,4 - 34,0 / 36,8 - 62,0V			
Desconexión por CC baja (ajustable)	9,3 / 18,6 / 37,2V			
Dinámica (dependiente de la carga)	Desconexión dinámica, ver <a href="https://www.victronenergy.com/live/ve-direct-phoenix-inverters-dynamic-cutoff">https://www.victronenergy.com/live/ve-direct-phoenix-inverters-dynamic-cutoff</a>			
Desconexión por CC baja (totalmente ajustable)				
Ratido y alarma por CC baja (ajustable)	10,9 / 21,8 / 43,6V			
Detector de batería cargada (ajustable)	14,0 / 28,0 / 56,0V			
Eficacia máx.	87 / 88 / 88%	89 / 89 / 90%		90 / 90 / 91%
Consumo en vacío	4,2 / 5,2 / 7,9W	5,6 / 6,1 / 8,5W		6 / 6,5 / 9W
Consumo en vacío predeterminado en modo ECO (Intervalo de reinicio: 2,5 s, ajustable)	0,8 / 1,3 / 2,5W	0,9 / 1,4 / 2,6W		1 / 1,5 / 3,0
Ajuste de potencia de parada y arranque en modo ECO	Ajustable			
Protección (2)	a - f			
Rango de temperatura de trabajo	-40 to +65°C (refrigerado por ventilador) (reducción de potencia del 1,25% por cada °C por encima de 25°C)			
Humedad (sin condensación)	máx. 95%			
<b>CARCASA</b>				
Material y color	Chasis de acero y carcasa de plástico (azul RAL 5012)			
Conexión de la batería	Bornas de tornillo			
Sección de cable máxima:	10 mm <sup>2</sup> / AWG8	10 mm <sup>2</sup> / AWG8	10 mm <sup>2</sup> / AWG8	
Tomas de corriente CA estándar	Schuko (CEE 7/4), IEC-320 (enchufe macho incluido) UK (BS 1363), AU/NZ (AS/NZS 3112)			
Tipo de protección	IP 21			
Peso	2,4kg / 5,3lbs	3,0kg / 6,6lbs	3,9kg / 8,5lbs	
Dimensiones (al x an x p, en mm.) (al x an x p, pulgadas)	86x165x260 3,4x6,5x10,2	86x165x260 3,4x6,5x10,2	86x172x275 3,4x6,8x10,8	
<b>ACCESORIOS</b>				
On/Off remoto	Sí			
Conmutador de transferencia automático	Fíjase			
<b>ESTÁNDARES</b>				
Seguridad	EN/IEC 60335-1 / EN/IEC 62109-1			
EMC	EN 55014-1 / EN 55014-2 / IEC 61000-6-1 / IEC 61000-6-3			
Directiva de automoción	2004/104/CE EN 50498			
1) Carga no lineal, factor de cresta 3:1 2) Claves de protección: a) cortocircuito de salida b) sobrecarga c) tensión de la batería demasiado alta d) tensión de la batería demasiado baja f) temperatura demasiado alta f) ondulación CC demasiado alta				



### Alarma de batería

Indica que la tensión está demasiado alta o demasiado baja por medio de una alarma visual y sonora y de un relé de señalización remota.



### Monitor de baterías BMV

El monitor de baterías BMV dispone de un avanzado sistema de control por microprocesador combinado con un sistema de alta resolución para la medición de tensión de la batería y de la carga/descarga de corriente. Aparte de esto, el software incluye unos complejos algoritmos de cálculo para determinar exactamente el estado de la carga de la batería. El BMV muestra de manera selectiva la tensión, corriente, Ah consumidos o el tiempo restante de carga de la batería. El monitor también almacena multitud de datos relacionados con el rendimiento y uso de la batería.



### Mochila VE.Direct a Bluetooth Smart (Debe pedirse por separado)



## RA12-150 (12V150Ah)

RA series is a general purpose battery with 10 years design life in float service. It meets with IEC, JIS and BS standards. With up-dated AGM valve regulated technology and high purity raw materials, the RA series battery maintains high consistency for better performance and reliable standby service life. It is suitable for UPS/EPS, medical equipment, emergency light and security system applications.

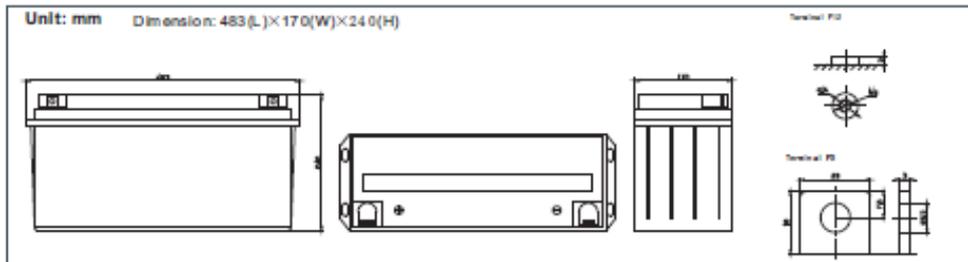


### Specification

Cells Per Unit	6
Voltage Per Unit	12
Capacity	150Ah@10hr-rate to 1.80V per cell @25°C
Weight	Approx. 44.5 Kg (Tolerance ± 1.5%)
Max. Discharge Current	1500A (5 sec)
Internal Resistance	Approx. 4 mΩ
Operating Temperature Range	Discharge: -20°C-60°C Charge: 0°C-50°C Storage: -20°C-60°C
Normal Operating Temperature Range	25°C±5°C
Float charging Voltage	13.6 to 13.8 VDC/unit Average at 25°C
Recommended Maximum Charging Current Limit	45A
Equalization and Cycle Service	14.6 to 14.8 VDC/unit Average at 25°C
Self Discharge	RITAR Valve Regulated Lead Acid (VRLA) batteries can be stored for more than 6 months at 25°C. Self-discharge rate less than 3% per month at 25°C. Please charge batteries before using.
Terminal	Terminal F5/F12
Container Material	A.B.S. UL94-HB, UL94-V0 Optional.



### Dimensions



### Constant Current Discharge Characteristics: A (25°C)

F.V/Time	5MIN	10MIN	15MIN	30MIN	1HR	2HR	3HR	4HR	5HR	8HR	10HR	20HR
9.60V	452.4	337.8	272.1	150.7	93.63	57.81	39.28	31.68	26.29	17.32	15.61	8.26
10.0V	439.3	321.4	266.5	148.8	92.38	56.64	38.56	31.23	26.06	17.25	15.46	8.11
10.2V	426.3	310.1	262.4	146.5	91.50	56.04	38.21	30.91	25.89	17.10	15.30	7.95
10.5V	382.8	286.1	249.8	142.5	90.38	55.31	37.87	30.46	25.67	16.94	15.15	7.80
10.8V	345.5	260.9	230.3	137.8	89.12	54.85	37.43	29.41	25.55	16.87	15.01	7.72
11.1V	295.0	233.2	206.5	132.5	87.01	52.65	36.70	28.99	25.36	16.74	14.84	7.41

### Constant Power Discharge Characteristics: W(25°C)

F.V/Time	5MIN	10MIN	15MIN	30MIN	1HR	2HR	3HR	4HR	5HR	8HR	10HR	20HR
9.60V	4679	3598	2993	1725	1085	677.4	462.5	379.1	315.0	207.4	187.2	99.54
10.0V	4587	3487	2945	1707	1075	669.1	455.6	373.8	312.2	206.6	185.7	97.81
10.2V	4534	3395	2912	1692	1069	664.4	453.6	370.3	310.3	205.0	184.1	96.00
10.5V	4128	3162	2778	1658	1062	656.0	449.9	365.3	307.8	203.3	182.2	94.19
10.8V	3760	2914	2567	1619	1048	651.1	444.9	353.0	306.4	202.4	180.4	93.28
11.1V	3302	2635	2311	1574	1033	626.7	437.4	347.9	305.3	201.0	178.5	89.94

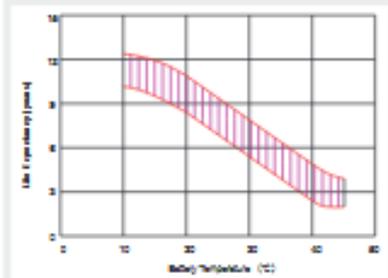
All mentioned values are average values (Tolerance ± 2%).

# RA12-150

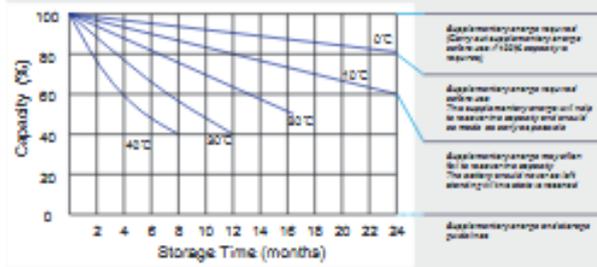
12V150Ah



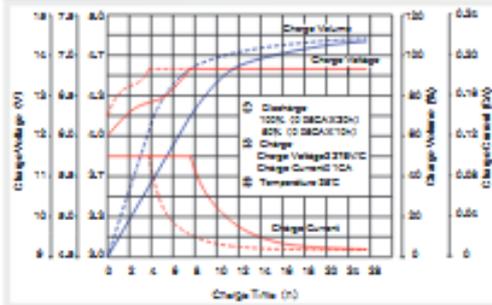
Effect of temperature on long term float life



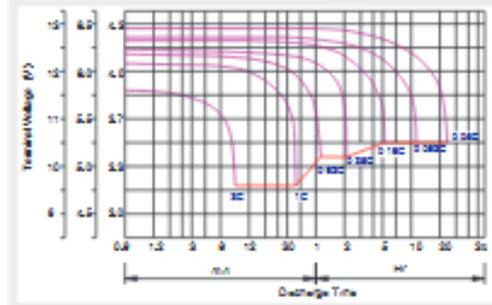
Storage characteristic



Charge characteristic Curve for standby use



Discharge characteristic Curve



### Capacity Factors With Different Temperature

Battery Type		-20°C	-10°C	0°C	5°C	10°C	20°C	25°C	30°C	40°C	45°C
GEL Battery	6V&12V	50%	70%	83%	85%	90%	98%	100%	102%	104%	105%
	2V	60%	75%	85%	88%	92%	99%	100%	103%	105%	106%
AGM Battery	6V&12V	46%	66%	76%	83%	90%	98%	100%	103%	107%	109%
	2V	55%	70%	80%	85%	92%	99%	100%	104%	108%	110%

### Discharge Current VS. Discharge Voltage

Final Discharge Voltage (V)	1.75V	1.70V	1.65V
Discharge Current (A)	0.1C ~ 0.3C	0.3C ~ 0.5C	0.5C ~ 1.0C

Charge the batteries at least once every six months, if they are stored at 25°C.

Charging Method:

Constant Voltage	0.3C±0.3 ± 2.45V/Cell±24h, Max. Current 0.3C
Constant Current	0.3C±0.3 ± 1C±12h
Fast	0.3C±0.3 ± 0.3C±4h

Cell	12V	12V	12V	12V
Terminal	PE, PL, P12, P13, T22, T23	PE, P11, P12, P13	PE, P2, P12, P13, P14	PE, P2, P12, P13, P14
Temp.	2~7°C	2~12°C	12~25°C	12~25°C

### Maintenance & Cautions

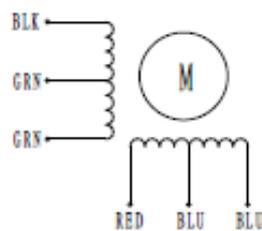
<b>Float Service:</b>
✘ Every month, recommend inspection every battery voltage.
✘ Every three months, recommend equalization charge for one time.
<b>Equalization charge method:</b>
Discharge: 100% rate capacity discharge.
Charge: Max. current 0.3CA, constant voltage 2.4-2.45V/Cell charge 24h.
✘ Effect of temperature on float charge voltage. -3mV/°C/Cell.
✘ Length of service life will be directly affected by the number of discharge cycles, depth of discharge, ambient temperature and charging voltage.

# ANEXOS H: Datasheet de Motor a paosos Nema 23

## HIGH TORQUE HYBRID STEPPING MOTOR SPECIFICATIONS

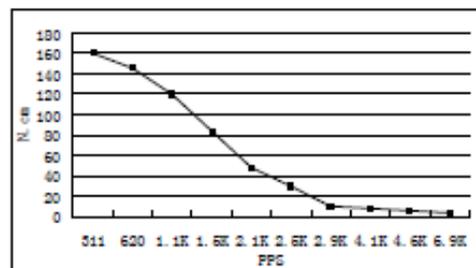
General specifications		Electrical specifications	
Step Angle (°)	1.8	Rated Voltage (V)	4.5
Temperature Rise (°C)	80 Max (rated current, 2 phase on)	Rated Current (A)	2.0
Ambient Temperature (°C)	-20 ~ +50	Resistance Per Phase ( $\pm 10\%$ $\Omega$ )	2.25 (25°C)
Number of Phase	2	Inductance Per Phase ( $\pm 20\%$ mH)	3.6
Insulation Resistance (M $\Omega$ )	100 Min (500VDC)	Holding Torque (N.cm)	135
Insulation Class	Class B		
Max.radial force (N)	28 (20mm from the flange)		
Max.axial force (N)	10		

● Wiring Diagram :



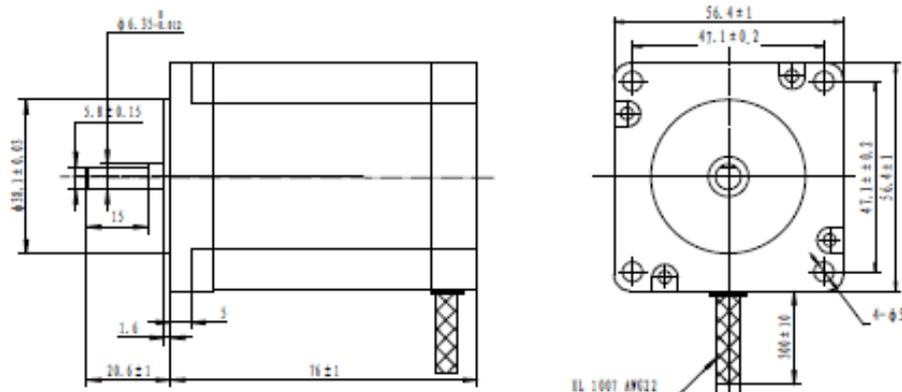
● Pull out torque curve :

VOLTAGE: 40VAC, CONSTANT CURRENT: 2.0A, HALF STEP



●

Dimensions:  
(unit=mm)



REV	REVISIONS	DESCRIPTION	BY	DATE	SY57STH76-2006A	TECHNICAL CONDITIONS
DRAW	2013/06/12				CHANGZHOU SONGYANG MACHINERY & ELECTRONICS NEW TECHNIC INSTITUTE	080076011
CHECK						
APPROVE						

FICHA TÉCNICA  
**LD-72SMD**

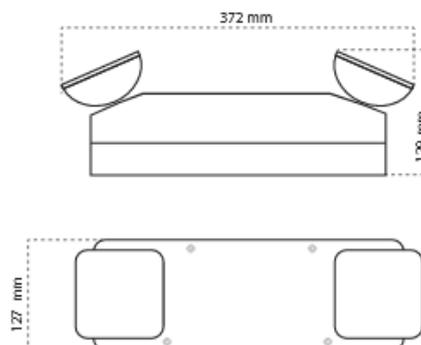
LUZ DE EMERGENCIA LED



Equipo especial para iluminación automática en caso de corte de energía eléctrica.

Las luces de emergencia de Hagroy, dieron un paso mas en la evolución de los sistemas de señalización para emergencias, brindando mejor iluminación y eficiencia en el consumo de energía, ya que las luces ahora son LED, la nueva tecnología en luces que reducen el impacto ambiental y amplían la vida útil del equipo.

Cantidad de leds	72 leds de alto brillo
Angulo de iluminación	120°
Potencia total	7.5 W
Vida útil	50 000 hrs
Intensidad luminosa total	300 lumen
Temperatura de calor / frio	+70° / -5° c.
Tipo de luz	blanco día
Consumo de corriente AC	20mA
Tarjeta de protección de batería	Si
Batería	12V 4Amp
Alimentación	220VAC / 110VAC 60hz
Duración/Autonomía	12 horas
Tiempo de recarga de batería	24 horas (80%)
Led indicador de AC	Si
Led indicador de carga de batería	Si
Superficie cubierta	80 m2
Boton de testeo	Si
Switch de encendido	Si
Fusible de protección	Si
Pantalla de protección, translúcida de poliestireno	
Gabinete material ABS de alto impacto y antiflama	
Equipada con un cable para conexión eléctrica a 220 / 110 v	



PESO	2.338 Kg.
------	-----------

APLICACIÓN	USO
Evacuación	Interior
Anti pánico	
Trabajos peligrosos	

MANUAL DE INSTALACION  
LD-72SMD

LUZ DE EMERGENCIA LED



- DESCRIPCIÓN DE CONTROLES

1. Switch de encendido: este botón permite apagar los faros en caso que no sea necesario el alumbrado de emergencia.
2. Pulsador de test: este pulsador permite simular el corte de alimentación eléctrica AC.
3. Led verde de AC: Indica que hay alimentación eléctrica presente
4. Led rojo de batería: Indica que la batería esta cargándose, se ilumina con mayor brillo cuando se encuentra mas descargada.

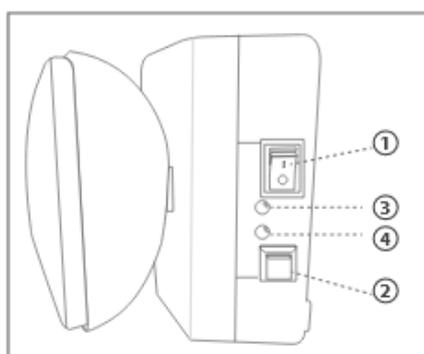


Fig. 1

- INSTALACIÓN

Conectar a la toma de corriente AC. (Ver Fig. 2)  
\*La luz de emergencia se puede fijar con sobre paredes y en ambientes interiores.

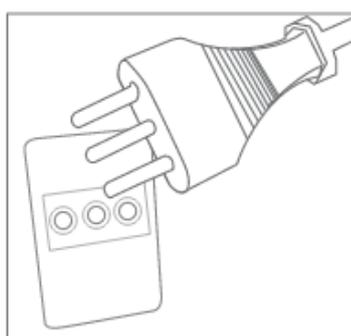


Fig. 2

- FORMA DE USO

1. Para usar la luz el switch de encendido debe estar en la posición "ON"
2. La luz de emergencia permanece apagada, cuando se produce un corte en la alimentación eléctrica se encenderán los faros de la luz.
3. Cuando retorna la alimentación eléctrica, la luz de emergencia se apaga y las baterías entran en un proceso de recarga. Esto se verifica en el led rojo del equipo que se enciende cuando la batería esta descargada.

- TESTEO

Para efectuar el testeo de la luz de emergencia presione el pulsador Rojo, se encenderán los faros, indicando que el sistema opera correctamente ante cortes de alimentación AC. (ver Fig. 3)

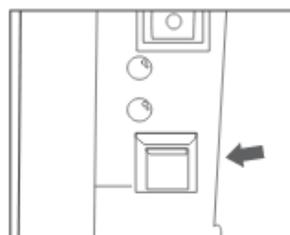


Fig. 3

- REEMPLAZO DE BATERÍAS

1. Para usar la luz el switch de encendido debe estar en la posición "ON"
2. La luz de emergencia permanece apagada, cuando se produce un corte en la alimentación eléctrica se encenderán los faros de la luz.
3. Cuando retorna la alimentación eléctrica, la luz de emergencia se apaga y las baterías entran en un proceso de recarga. Esto se verifica en el led rojo del equipo que se enciende cuando la batería esta descargada.

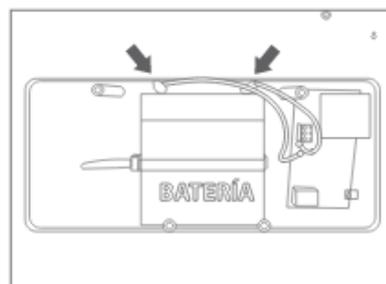


Fig. 4

# ANEXOS K: PROFORMA DE RENOVA-ENERGIA



www.renova-energia.com

## FACTURA PROFORMA

Fecha: martes, 03 de abril de 2018

Proforma: R/VV - DF - UID - 9754 - 03/04/18

RENOVA-ENERGIA S.A.

RUC: 1732187567001

Paseo Sánchez Melo 061-37 y Avenida Gato Pizarro Lasso

Cuito - Ecuador

Teléfono: (593 2) 2402643, (593 2) 2417862 Edo. 101 y 102

Celulares: 0987000710, 0987593655

e-mail: info@renova-energia.com

www.renova-energia.com

CLIENTE: Giovanni Murillo

RUC:

DIRECCIÓN:

TELÉFONO:

CELULAR:

E-MAIL: giovannymurillo@gmail.com

WEB:

### OFERTA ECONÓMICA

Equipos	Código y Modelo	Q	Precio Unitario	Precio Unitario Incluido IVA	SUBTOTAL	TOTAL (IVA)
Paneles	MU076 GI Power GP-100P-36, 12Vdc nominal 100Wp, 12 V, 100 W	1	118,13 \$	132,31 \$	118,13 \$	132,31 \$
	Baterías					
	B1085 Ritar Power DC12150 12Vdc 150Ah 150Ah (10horas) (AGM) (RA12-150), 12V, 150Ah	1	392,77 \$	439,90 \$	392,77 \$	439,90 \$
Reguladores Carga	MU031 Phocos CMLup Controlador de carga 12/24V 10/10 A, Puerto USB, RCHS, 12 / 24 V, 10 A	1	58,25 \$	65,24 \$	58,25 \$	65,24 \$
	MU044 Phocos CMLup Controlador de carga 12/24V 20/20 A, Puerto USB, RCHS, 12 / 24 V, 20 A	1	77,18 \$	86,44 \$	77,18 \$	86,44 \$
	MU039 Phocos GCD Controlador de carga 12V 10/10A, LVD, IP65, RCHS, 12V, 10 A	1	39,03 \$	43,71 \$	39,03 \$	43,71 \$
	MU002 Phocos CML 12/24V 10/10 A CML10-2.1, 12 / 24 V, 10 A	1	56,91 \$	63,74 \$	56,91 \$	63,74 \$
	MU049 Morningstar SunSaver SS10L, 24Vdc, 24Vdc, 10A	1	140,18 \$	157,00 \$	140,18 \$	157,00 \$
	Inversores					
	IN044 Phocos Pure Sine Solar Inverter, 350W, 12 Vdc, 110Vdc RCHS, CE, 12V, 350W	1	249,72 \$	279,69 \$	249,72 \$	279,69 \$
	IN075 Victron Energy Phoenix Inverter 12/275 120V V&E Direct NEMA 5-15R P/N123750500, 12V, 375 VA	1	288,23 \$	322,82 \$	288,23 \$	322,82 \$

<b>MIL QUIENTOS NOVENTA CON 85/100</b>	Subtotal:	1.420,40 \$
	Imp:	1.590,85 \$
		0,00 \$
<b>DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE NOROCCIDENTE AMÉRICA</b>	Subtotal I/O 10%	1.420,40 \$
<b>INCLUYE IMPUESTO AL VALOR AGREGADO IVA</b>	Subtotal I/O 0%	0,00 \$
	I/O 10%	170,45 \$
	Total:	1.590,85 \$

### CONDICIONES DE OFERTA

La presente oferta tiene condición de entrega en la ciudad de:

QUITO

