

**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO DE MANABÍ”**



**FACULTAD DE CIENCIAS INFORMÁTICAS**



**TRABAJO DE TITULACIÓN MODALIDAD PROYECTO INTEGRADOR,  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

**INGENIERO EN SISTEMAS**

**TEMA:**

**“DISEÑO, ENSAMBLAJE E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SOLAR  
FOTOVOLTAICO QUE REEMPLACE LA AUSENCIA DE ELECTRICIDAD  
CONVENCIONAL DE LOS DISPOSITIVOS INFORMÁTICOS DE LA  
UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ”.**

**AUTORES:**

**PARRALES BAILÓN JAIRO JAVIER**

**RIVERA SÁNCHEZ JOHN VALENTÍN**

**DIRECTOR:**

**ING. PEDRO DELGADO FRANCO, MG.**

**MANTA – MANABÍ - ECUADOR**

**2018**

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-01-F-010
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO.	REVISIÓN: 1
		Página III de 151

## CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Facultad de Ciencias Informática de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, certifico:

Haber dirigido y revisado el trabajo de titulación, cumpliendo el total de 60 horas, bajo la modalidad de Proyecto Integrador, cuyo tema del proyecto es **"DISEÑO, ENSAMBLAJE E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO QUE REEMPLACE LA AUSENCIA DE ELECTRICIDAD CONVENCIONAL DE LOS DISPOSITIVOS INFORMÁTICOS DE LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ"**, el mismo que ha sido desarrollado de acuerdo a los lineamientos internos de la modalidad en mención y en apego al cumplimiento de los requisitos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico, por tal motivo CERTIFICO, que el mencionado proyecto reúne los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometido a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

La autoría del tema desarrollado corresponde a los señores PARRALES BAILÓN JAIRO JAVIER, RIVERA SANCHEZ JOHN VALENTIN, estudiante de la carrera de Ciencias Informática, período académico 2016-2017(1), quien se encuentra apto para la sustentación de su trabajo de titulación.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 20 de febrero de 2018.

Lo certifico,



Ing. Pedro Emilio Delgado Franco  
 Docente Tutor  
 Área: Electrónica

TRABAJO DE TITULACIÓN MODALIDAD PROYECTO INTEGRADOR,  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE: INGENIERO EN SISTEMAS

“DISEÑO, ENSAMBLAJE E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SOLAR  
FOTOVOLTAICO QUE REEMPLACE LA AUSENCIA DE ELECTRICIDAD  
CONVENCIONAL DE LOS DISPOSITIVOS INFORMÁTICOS DE LA  
UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ”

Tribunal examinador que declara APROBADO el Grado de INGENIERO  
EN SISTEMAS, de los señores: JAIRO JAVIER PARRALES BAILÒN y JOHN  
VALENTIN RIVEWRA SÀNCHEZ

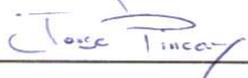
Ing. Winther Molina Loor, Mg.

  
\_\_\_\_\_

Ing. Denise Vera Navarrete, Mg.

  
\_\_\_\_\_

Ing. Jorge Pincay Ponce, Mg.

  
\_\_\_\_\_

Manta, 28 de febrero de 2018

## DECLARACIÓN EXPRESA DE AUTORÍA

Nosotros, PARRALES BAILÓN JAIRO JAVIER, con Cédula Nacional de Identidad N° 131393923-1 y RIVERA SANCHEZ JOHN VALENTIN con Cédula Nacional de Identidad N° 131618884-4, reconocemos como únicos titulares del contenido de este Proyecto de Grado, cuyo tema es **"DISEÑO, ENSAMBLAJE E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO QUE REEMPLAZA LA AUSENCIA DE ELECTRICIDAD CONVENCIONAL DE LOS DISPOSITIVOS INFORMÁTICOS DE LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ"**, y derechos patrimoniales a la Universidad Laica "Eloy Alfaro de Manabí", en virtud de lo dispuesto en el Art. 15 de la Ley de Propiedad Intelectual.

Asimismo, autorizamos a la ULEAM para que realice la digitalización y publicación de esta tesis de posgrado en el repositorio digital de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Finalmente, la responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado corresponde exclusivamente a los autores.

  
Parrales Bailón Jairo Javier  
C.I. 131393923-1

  
Rivera Sánchez John Valentín  
C.I. 131618884-4

## DEDICATORIA

Este trabajo de titulación va dedicado primeramente a Dios, por darme la perseverancia, voluntad y a no rendirme nunca en todos estos años de estudio.

A mi abuelita Ana María Latorre Castro, por haberme dado su amor incondicional y ser una mujer luchadora; sé que desde el cielo me cuidas siempre y estás feliz por mi meta cumplida, siempre te llevaré en mi mente y en mi corazón; amarte por siempre abuelita.

A mis padres, por darme su apoyo, su cariño, sus consejos, por estar ahí animándome a no caer y no rendirme y seguir adelante con mi formación profesional.

A mi amigo y pareja de proyecto Jairo Javier Parrales Bailón, a mi tutor el Ing. Pedro Delgado, a mis amigos con quienes compartí mis tiempos de estudios con ellos, a los Ing. Wilson Marrasquin Taipe, Ing. Lutgardo Zambrano y a los futuros ingenieros Roberto Arteaga, Andrés Torres, Winter Pinargote, Jennifer López, Estéban Hernández, etc.

**John Valentín Rivera Sánchez**

## DEDICATORIA

Este proyecto se lo dedico a Dios, el mismo que me dio la oportunidad, la salud, fuerza y voluntad para culminar con éxito mi vida académica.

A mi Padre Víctor PARRALES y a mi Madre Verónica BAILÓN por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en todo momento, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar, a mis hermanos Darwin, Lady y Jair PARRALES por brindarme su cariño y ayuda en todo momento, a mi pequeña sobrina Scarleth PARRALES que la amo tanto, a la Familia Zambrano Bailón que fueron base fundamental en la realización de nuestro proyecto siempre brindándome su ayuda y cariño , a mi abuelos Flor y Pastor sin sus consejos no sabría que fuera la humildad son los pilares más fuertes de mi vida.

A mi amigo y pareja de proyecto Rivera Sánchez John Valentín, a mi tutor de proyecto Ing. Pedro Delgado, a mis amigos con quienes compartí mi educación, Ing. Marrasquin Taípe Wilson, Ing. Cedeño Zambrano Fernando, y a los futuros Ingenieros Zambrano Winter, Torres Andrés, Peñafiel Elena, Gutiérrez Alejandro.

**Jairo Javier PARRALES BAILÓN**

## AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por darme salud y vida, para seguir adelante y prepararme para una nueva etapa que es mi carrera profesional.

A mi mamá Shirley Verónica Sánchez Latorre, quien, junto con mi papá, forjaron a la persona que soy ahora, por sus consejos, por su comprensión, ustedes son los pilares de mi vida.

A mi papá de crianza José Asdrúbal Mero Bazurto, por llegar a mi vida y darme su mutuo amor y encaminarme para ser alguien en la vida, que cumpla mis sueños y objetivos.

A mi papá biológico John Francisco Rivera Sánchez, por estar pendiente de mí y brindarme su apoyo moral y económico para concluir esta meta.

Agradezco a la ULEAM por abrirme las puertas y darme una oportunidad para estudiar y ser un profesional; a mis profesores de la FACCI con quienes me han compartido sus conocimientos mediante sus enseñanzas y su amistad,

**John Valentin Rivera Sánchez**

## AGRADECIMIENTO

Siempre dándole la gracia a Dios por cuidarme e iluminarme en este largo camino. A mi familia por el apoyo, amor incondicional y más aún en los años de preparación para mi carrera profesional, mis amigos ya que de manera directa o indirecta he aprendido de ellos, se han pasado momentos inolvidables apoyándonos unos a los otros.

A mi madre a quien quiero agradecer por todos ejemplos de vida que me ha dado, su apoyo, cariño y afecto; gracias por forjar la persona que soy ahora, a mi padre que nunca dejo de confiar en mí siempre con sus palabras de aliento diciéndome que no sería en vano tantas noches de desvelo y me enseñó a nunca rendirme ni dejar nada por perdido.

A la UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ por darme la oportunidad de formarme como profesional. Agradezco a todos los profesores de la Facultad por su amistad, ayudarme y enseñarme a vivir la experiencia de la universidad de la mejor manera aprovechando cada una de sus enseñanzas.

**Jairo Javier Parrales Bailón**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN .....	III
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN .....	IV
DECLARACIÓN EXPRESA DE AUTORÍA .....	V
DEDICATORIA .....	VI
DEDICATORIA .....	VII
AGRADECIMIENTO .....	VIII
AGRADECIMIENTO .....	IX
RESUMEN.....	XVIII
INTRODUCCIÓN .....	1
Ubicación y contextualización de la investigación .....	3
Planteamiento del problema.....	4
Diagrama Causa-Efecto del problema .....	5
Objetivos .....	6
Objetivo General.....	6
Objetivos Específicos.....	6
Justificación .....	7
CAPÍTULO I.....	8
MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN .....	8
1.1. Introducción .....	9
1.2. Antecedentes de investigaciones relacionadas al tema .....	9
1.3. Definiciones conceptuales.....	15
1.3.1. Energía solar .....	15
1.3.2. Paneles Solares.....	16
1.3.2.1. Panel monocristalino de celdas de silicio.....	16
1.3.2.1.1. Ventajas de los paneles solares monocristalinos.....	17
1.3.2.1.2. Desventajas de los paneles solares monocristalinos .....	18
1.3.2.2. Paneles policristalinos de silicio .....	18
1.3.2.2.1. Ventajas de los paneles policristalinos.....	19
1.3.2.2.2. Desventajas de los paneles policristalinos .....	19
1.3.2.3. Panel solar fotovoltaico de capa fina .....	19
1.3.2.3.1. Ventajas de los paneles fotovoltaicos de capa fina .....	20
1.3.2.3.2. Desventajas de los paneles de capa fina.....	20

1.3.3.	Energía Solar Fotovoltaica.....	21
1.3.4.	Sistemas fotovoltaicos autónomos .....	21
1.3.5.	Sistemas fotovoltaicos conectados a la Red.....	22
1.3.6.	Generadores fotovoltaicos.....	23
1.3.7.	Baterías fotovoltaicas .....	24
1.3.7.1.	Procesos de carga y descarga de una batería.....	25
1.3.7.2.	Tipos de batería de plomo para aplicaciones solares .....	26
1.3.8.	Controlador o regulador de carga.....	28
1.3.9.	Inversor .....	29
1.3.9.1.	Tipos de inversores .....	30
1.3.10.	Conector .....	31
1.3.11.	Puerto USB .....	32
1.3.11.1.	Conector USB .....	32
1.3.11.2.	Composición del cable USB .....	33
1.3.12.	Cable .....	33
1.3.12.1.	Cable concéntrico.....	35
1.4.	Fundamentación legal .....	36
1.5.	Conclusiones relacionadas al Marco Teórico en referencia al tema de investigación .....	38
CAPÍTULO II .....		39
DIAGNÓSTICO O ESTUDIO DE CAMPO.....		39
2.1.	Introducción .....	40
2.2.	Tipo de investigación.....	40
2.2.1.	Según su finalidad .....	40
2.2.1.1.	Investigación aplicada .....	40
2.2.2.	Según su objetivo gnoseológico.....	40
2.2.2.1.	Investigación descriptiva.....	40
2.2.3.	Según su contexto .....	40
2.2.3.1.	Investigación de campo.....	40
2.2.3.2.	Investigación experimental .....	41
2.3.	Métodos de investigación.....	41
2.4.	Herramientas de recolección de datos.....	42
2.4.1.	Encuesta .....	42

2.4.2.	Observación .....	42
2.5.	Fuentes de información de datos.....	43
2.5.1.	Fuentes primarias .....	43
2.5.2.	Fuentes secundarias.....	43
2.6.	Instrumental operacional.....	43
2.6.1.	Estructura y características de los instrumentos de recolección de datos .....	43
2.7.	Estrategia operacional para la recolección y tabulación de datos .....	44
2.7.1.	Plan de recolección. ....	44
2.7.2.	Plan de tabulación. ....	44
2.7.3.	Plan de análisis e interpretación de datos.....	45
2.8.	Plan de muestreo .....	45
2.8.1.	Segmentación.....	46
2.8.2.	Técnica de muestreo.....	46
2.8.3.	Tamaño de la muestra .....	47
2.9.	Presentación y análisis de los resultados.....	49
2.9.1.	Presentación y descripción de los resultados obtenidos.....	49
2.9.2.	Informe final del análisis de los resultados .....	65
CAPITULO III.....		66
DISEÑO DE LA PROPUESTA .....		66
3.1.	Introducción .....	67
3.2.	Descripción de la propuesta .....	67
3.3.	Etapas de la propuesta.....	67
3.3.1.	Fase I – Planificación.....	67
3.3.1.1.	Metodología .....	67
3.3.1.2.	Detalle de presupuestos y gastos.....	69
3.3.1.3.	Propósito del proyecto .....	70
3.3.1.4.	Control de calidad .....	70
3.3.1.5.	Aseguramiento de la calidad .....	70
3.3.2.	Fase II – Diseño .....	70
3.3.2.1.	Características eléctricas de la carga.....	71
3.3.2.2.	Símbolos utilizados en los esquemas del diseño.....	72
3.3.2.3.	Diagrama unifilar del sistema fotovoltaico .....	74
3.3.2.4.	Diseño de la caja de distribución .....	74

3.3.2.5.	Cálculos técnicos.....	75
3.3.2.5.1.	PC de escritorio.....	75
3.3.2.5.2.	Laptop .....	77
3.3.2.5.3.	Celulares inteligentes .....	79
3.3.2.5.4.	Tablet .....	81
3.3.2.5.5.	Impresora .....	83
3.3.2.6.	Calculo de la potencia eléctrica de la instalación.....	85
3.3.2.7.	Consumo eléctrico de la instalación.....	85
3.3.3.	Fase III – Ensamblaje e implementación .....	87
3.3.3.1.	Ensamblaje.....	87
3.3.3.1.1.	Modulo fotovoltaico (especificaciones).....	87
3.3.3.1.2.	Batería (especificaciones) .....	89
3.3.3.1.3.	Regulador (especificaciones).....	90
3.3.3.1.4.	Inversor (especificaciones).....	91
3.3.3.1.5.	Paso a paso ensamblaje de los equipos .....	92
3.3.3.2.	Implementación.....	93
3.3.3.2.1.	Estudio del área.....	93
3.3.3.2.2.	Instalación de estructura metálica .....	93
3.3.3.2.3.	Instalación del sistema solar fotovoltaico .....	94
3.3.3.2.3.1.	Soporte .....	94
CAPITULO IV.....		97
EVALUACIÓN DE RESULTADOS .....		97
4.1.	Introducción.....	98
4.2.	Seguimiento y monitoreo de resultados .....	98
4.2.1.	Monitoreo.....	98
4.2.1.1.	Días de medición de los voltajes de Batería y Panel solar .....	100
4.2.1.2.	Recomendación monitoreo con el equipo de Engage Hub .....	106
4.2.1.3.	¿Cómo funciona? .....	106
4.2.1.4.	Engage / Características .....	107
4.2.1.4.1.	Consumo instantáneo – Observa su consumo actual en tiempo real. ....	107
4.2.1.4.2.	Planificador mensual.....	107
4.2.1.4.3.	Analizador de costes .....	108
4.2.1.4.4.	Consumo en las últimas 24 horas.....	108

4.2.1.4.5.	Consumo histórico – datos diarios y mensuales.....	108
	CONCLUSIONES .....	110
	RECOMENDACIONES .....	111
	BIBLIOGRAFÍA .....	112
	ANEXOS .....	114

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1: UBICACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	3
ILUSTRACIÓN 2: DIAGRAMA CAUSA – EFECTO .....	5
ILUSTRACIÓN 3: INVERSIONISTAS COREANOS Y AUTORIDADES ECUATORIANAS PARTICIPARON DE LA INAUGURACIÓN DEL PROYECTO ENERSOL.....	12
ILUSTRACIÓN 4: SEMAFORIZACIÓN ECOLÓGICA MANTA .....	14
ILUSTRACIÓN 5: ÁREAS SOLARES .....	15
ILUSTRACIÓN 6: PANELES SOLARES .....	16
ILUSTRACIÓN 7: PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO MONOCRISTALINO .....	17
ILUSTRACIÓN 8: PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO POLICRISTALINOS .....	18
ILUSTRACIÓN 9: PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO DE CAPA FINA .....	20
ILUSTRACIÓN 10: ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA .....	21
ILUSTRACIÓN 11: SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO AUTÓNOMO .....	22
ILUSTRACIÓN 12: SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS A RED.....	23
ILUSTRACIÓN 13: GENERADORES FOTOVOLTAICOS – ESTRUCTURA BÁSICA.....	24
ILUSTRACIÓN 14: BATERÍAS FOTOVOLTAICAS .....	24
ILUSTRACIÓN 15: CARGA Y DESCARGA DE UNA BATERÍA .....	25
ILUSTRACIÓN 16: BATERÍAS DE PLOMO-ÁCIDO CON ELECTROLITO LÍQUIDO.....	26
ILUSTRACIÓN 17: BATERÍA TIPO VRLA .....	27
ILUSTRACIÓN 18: BATERÍA TIPO GEL FUENTE: DAMIA SOLAR .....	27
ILUSTRACIÓN 19: BATERÍA TIPO AGM.....	28
ILUSTRACIÓN 20: REGULADOR DE CARGA .....	29
ILUSTRACIÓN 21: INVERSOR FUENTE: CANADIANSOLAR.....	30
ILUSTRACIÓN 22: INVERSORES DE ONDA CUADRADA Y SENOIDAL .....	31
ILUSTRACIÓN 23: CONECTOR PARA 110V. ....	31
ILUSTRACIÓN 24: SÍMBOLO DEL PUERTO USB .....	32
ILUSTRACIÓN 25: COMPOSICIÓN DEL CABLE USB.....	33
ILUSTRACIÓN 26: CABLE CONDUCTOR DE ELECTRICIDAD. ....	35
ILUSTRACIÓN 27: CABLE CONCÉNTRICO 2X12 .....	35
ILUSTRACIÓN 28: GRÁFICO ESTADÍSTICO PREGUNTA 1 DE LA ENCUESTA.....	49
ILUSTRACIÓN 29: GRÁFICO ESTADÍSTICO PREGUNTA 2 DE LA ENCUESTA.....	51
ILUSTRACIÓN 30: GRÁFICO ESTADÍSTICO PREGUNTA 3 DE LA ENCUESTA.....	53
ILUSTRACIÓN 31: GRÁFICO ESTADÍSTICO PREGUNTA 4 DE LA ENCUESTA.....	54
ILUSTRACIÓN 32: GRÁFICO ESTADÍSTICO PREGUNTA 5 DE LA ENCUESTA.....	56
ILUSTRACIÓN 33: GRÁFICO ESTADÍSTICO PREGUNTA 6 DE LA ENCUESTA.....	57
ILUSTRACIÓN 34: GRÁFICO ESTADÍSTICO PREGUNTA 7 DE LA ENCUESTA.....	58
ILUSTRACIÓN 35: GRÁFICO ESTADÍSTICO PREGUNTA 8 DE LA ENCUESTA.....	59
ILUSTRACIÓN 36: GRÁFICO ESTADÍSTICO PREGUNTA 9 DE LA ENCUESTA.....	60
ILUSTRACIÓN 37: GRÁFICO ESTADÍSTICO PREGUNTA 10 DE LA ENCUESTA.....	61
ILUSTRACIÓN 38: GRÁFICO ESTADÍSTICO PREGUNTA 11 DE LA ENCUESTA.....	63
ILUSTRACIÓN 39: GRÁFICO ESTADÍSTICO PREGUNTA 12 DE LA ENCUESTA.....	64
ILUSTRACIÓN 40: SÍMBOLOS UTILIZADOS EN LOS ESQUEMAS DEL DISEÑO.....	72
ILUSTRACIÓN 41: DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO .....	74
ILUSTRACIÓN 42: DISEÑO DE LA CAJA DONDE SE IMPLEMENTARÁN LOS ELEMENTOS ELECTRÓNICOS. ....	74

ILUSTRACIÓN 43: RADIACIÓN SOLAR GENERADO POR EL SOFTWARE RETSCREEN .....	88
ILUSTRACIÓN 44: PRIMERA PARTE ENSAMBLAJE .....	92
ILUSTRACIÓN 45: SEGUNDA PARTE ENSAMBLAJE .....	92
ILUSTRACIÓN 46: TERCER PARTE DE ENSAMBLAJE .....	93
ILUSTRACIÓN 47: ÁNGULO DE INCLINACIÓN CON RESPECTO A LA LATITUD EN ECUADOR. ....	95
ILUSTRACIÓN 48: COLOCACIÓN DE LOS 2 PANELES SOLARES EN UNO SOLO .....	95
ILUSTRACIÓN 49: MEDICIÓN VOLTAJE BATERÍA EL DÍA 29/01/2018 .....	100
ILUSTRACIÓN 50: MEDICIÓN VOTAJE PANEL SOLAR EL DIA 29/01/2018.....	101
ILUSTRACIÓN 51: MEDICIÓN VOLTAJE BATERÍA EL DÍA 31/01/2018 FUENTE: PARRALES BAILÓN JAIRO JAVIER – RIVERA SÁNCHEZ JOHN VALENTIN .....	101
ILUSTRACIÓN 52: MEDICIÓN VOLTAJE PANEL SOLAR EL DÍA 31/01/2018.....	102
ILUSTRACIÓN 53: MEDICIÓN VOLTAJE PANEL SOLAR EL DÍA 02/02/2018.....	102
ILUSTRACIÓN 54: MEDICIÓN VOLTAJE BATERÍA EL DÍA 05/02/2018 .....	103
ILUSTRACIÓN 55: MEDICIÓN VOLTAJE PANEL SOLAR EL DÍA 05/02/2018.....	103
ILUSTRACIÓN 56: MEDICIÓN VOLTAJE BATERÍA EL DÍA 07/02/2018 .....	104
ILUSTRACIÓN 57: MEDICIÓN VOLTAJE PANEL SOLAR EL DÍA 07/02/2018.....	104
ILUSTRACIÓN 58: GRÁFICO ESTADÍSTICOS QUE MUESTRA LOS VOLTAJES MEDIDOS EN LOS 5 DÍAS LABORABLES .....	105
ILUSTRACIÓN 59: CROQUIS DEL FUNCIONAMIENTO DE ENGAGE HUB .....	107
ILUSTRACIÓN 60: EJEMPLO CONSUMO DIARIO CON ENGAGE EN PORTAL WEB.....	108
ILUSTRACIÓN 61: SEGUNDA PARTE EJEMPLO DE CONSUMO DIARIO EN PORTAL WEB DE ENGAGE	109

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: RESULTADOS ESTADÍSTICOS PREGUNTA 1 DE LA ENCUESTA .....	49
TABLA 2: RESULTADOS ESTADÍSTICOS PREGUNTA 2 DE LA ENCUESTA .....	51
TABLA 3: RESULTADOS ESTADÍSTICOS PREGUNTA 3 DE LA ENCUESTA .....	53
TABLA 4: RESULTADOS ESTADÍSTICOS PREGUNTA 4 DE LA ENCUESTA .....	54
TABLA 5: RESULTADOS ESTADÍSTICOS PREGUNTA 5 DE LA ENCUESTA .....	56
TABLA 6: RESULTADOS ESTADÍSTICOS PREGUNTA 6 DE LA ENCUESTA .....	57
TABLA 7: RESULTADOS ESTADÍSTICOS PREGUNTA 7 DE LA ENCUESTA .....	58
TABLA 8: RESULTADOS ESTADÍSTICOS PREGUNTA 8 DE LA ENCUESTA .....	59
TABLA 9: RESULTADOS ESTADÍSTICOS PREGUNTA 9 DE LA ENCUESTA .....	60
TABLA 10: RESULTADOS ESTADÍSTICOS PREGUNTA 10 DE LA ENCUESTA .....	61
TABLA 11: RESULTADOS ESTADÍSTICOS PREGUNTA 11 DE LA ENCUESTA .....	63
TABLA 12: RESULTADOS ESTADÍSTICOS PREGUNTA 12 DE LA ENCUESTA .....	64
TABLA 13: DETALLE DE PRESUPUESTO Y GASTOS DEL PROYECTO .....	69
TABLA 14: NOMENCLATURAS .....	71
TABLA 15: POTENCIA ELÉCTRICA TOTAL DE LOS EQUIPOS.....	85
TABLA 16: CONSUMO EN KWH DIARIO Y MENSUAL DE LOS EQUIPOS. ....	86
TABLA 17: DATOS DE VOLTAJE, INTENSIDAD Y POTENCIA DEL SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO .....	98
TABLA 18: CÁLCULO TEÓRICO DE CONSUMO .....	99
TABLA 19: CÁLCUCLO PRÁCTICO DE CONSUMO .....	99
TABLA 20: MEDICIONES DE VOLTAJE TOMADOS DEL MONITOREO DEL SISTEMA.....	105

## ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN 1: FÓRMULA PARA HALLAR LA BASE MUESTRAL .....	47
ECUACIÓN 2: FÓRMULA PARA HALLAR LA CORRIENTE EN UNA HORA .....	75
ECUACIÓN 3: FÓRMULA PARA CONSUMO DIARIO DEL PC .....	76
ECUACIÓN 4: FÓRMULA PARA CALCULAR POTENCIA EN UNA HORA .....	77
ECUACIÓN 5: FÓRMULA CONSUMO TOTAL DIARIO DE UNA LAPTOP .....	78
ECUACIÓN 6: FÓRMULA PARA POTENCIA DE CELULARES .....	80
ECUACIÓN 7: FÓRMULA PARA HALLAR LA ENERGÍA CONSUMIDA EN UN DETERMINADO PERÍODO DE TIEMPO .....	85
ECUACIÓN 8: FÓRMULA PARA HALLAR LA ENERGÍA CONSUMIDO POR UN CONJUNTO DE EQUIPOS EN PERÍODO DE TIEMPO DETERMINADO .....	86

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1: CUADRO CON LOS DATOS PARA HALLAR LA BASE MUESTRAL DEL PROYECTO. ....	47
CUADRO 2: DATOS PARA HALLAR CORRIENTE DE PC EN UNA HROA .....	75
CUADRO 3: DATOS PARA HALLAR EL CONSUMO TOTAL DIARIO DE LOS COMPONENTES A USAR EN EL SISTEMA FOTOVOLTAICO .....	76
CUADRO 4 DATOS DE VOLTAJE Y CORRIENTE PROMEDIO DE UNA LAPTOP .....	78
CUADRO 5: DATOS DE LA ECUACIÓN PARA ENERGÍA CONSUMIDA EN UN DETERMINADO PERÍODO DE TIEMPO.....	86
CUADRO 6: DATOS PARA LA ECUACIÓN DE ENERGÍA CONSUMIDO POR UN CONJUNTO DE EQUIPOS EN UN DETERMINADO TIEMPO .....	86

## RESUMEN

La energía solar es una alternativa renovable obtenida de la radiación electromagnética que genera el Sol. Un tipo de energía solar es la fotovoltaica, que es la que consiste en la producción de esa electricidad derivada directamente a partir de la radiación solar, mediante un dispositivo semiconductor denominado célula fotovoltaica, y un conjunto de esas células fotovoltaicas forman lo que se llama panel solar.

Lo que se pretende realizar con este tipo de energía es mitigar los inconvenientes que causa la falta, falla, ausencia o la interrupción del fluido eléctrico convencional y dar a conocer a los estudiantes que cursen las materias de Electrónica y Digitales el concepto, fundamentos, diseño, ensamblaje y manejo de un Sistema Solar fotovoltaico, y así de esta manera enriquecer el conocimiento de los estudiantes de la Facultad de Ciencias Informática.

## INTRODUCCIÓN

La energía solar no es un concepto nuevo. Por años las civilizaciones han usado el poder de los rayos del sol para calentar sus hogares, hacer su comida y secar su ropa. Hoy en día sabemos mucho más acerca de esta gran energía, y un gran ejemplo de esto es la electricidad fotovoltaica o PV (energía solar fotovoltaica) por su abreviatura en inglés. Se ha convertido en una fuente de energía esencial en muchas partes del mundo y el futuro parece ser aún más prometedor, la energía que proveniente del sol podría fácilmente proveer muchas veces la demanda mundial con el uso de las tecnologías de transformación que se tienen actualmente, alrededor del mundo la energía limpia y abundante del sol está transformando comunidades y mejorando sus vidas. Desde finales de 1990 las instalaciones solares y eólicas han crecido más rápidamente que otros sistemas de fuentes de energía. La expansión viene ligada a una importante reducción de los costos, los sistemas fotovoltaicos y eólicos poseen un costo competitivo en muchas regiones en comparación con los sistemas de energía tradicionales obtenidos de recursos naturales no renovables (Greenpeace, 2016).

La energía obtenida por la radiación del sol es una fuente de energía renovable y limpia, no es necesaria la intervención de un proceso químico, no se emiten ruidos ni residuos contaminantes a la atmósfera y para ser aprovechada sólo hace falta disponer de un sistema que capte, acumule, transforme y dé provisión de electricidad en los lugares donde sean implantados, siendo un sistema de gran versatilidad y escalabilidad abarcando desde pequeñas redes en hogares hasta instalaciones más extensas y complejas.

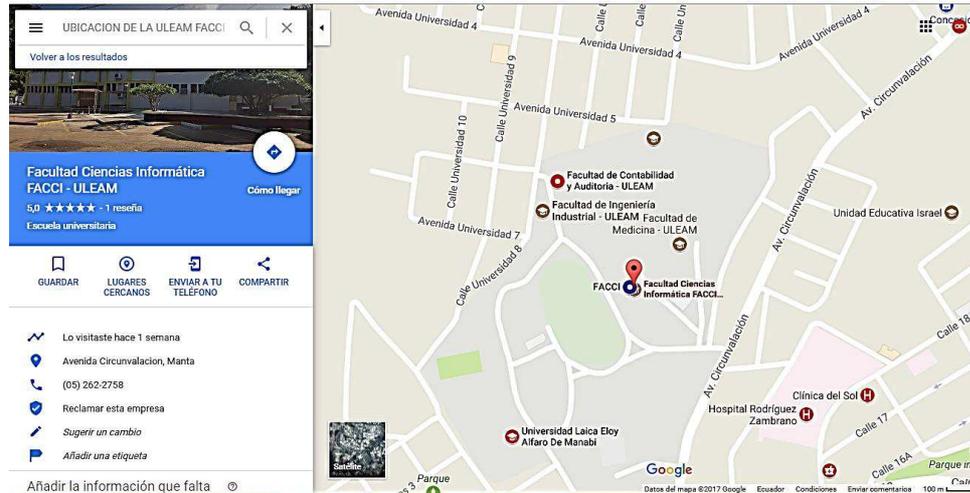
A nivel mundial, Estados Unidos, China y Alemania son los países con las mayores capacidades instaladas de producción de electricidad a través de paneles solares, China mientras tanto se consolida como el mayor fabricante en el mundo de estos artefactos.

En Ecuador se han desarrollado proyectos relacionados a la implementación de sistemas fotovoltaico, dichos proyectos se mencionarán más detalladamente en el capítulo 1. El proyecto **“DISEÑO, ENSAMBLAJE E IMPLEMENTACIÓN DE**

**UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO QUE REEMPLAZA LA AUSENCIA DE ELECTRICIDAD CONVENCIONAL DE LOS DISPOSITIVOS INFORMÁTICOS DE LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ**”, es una propuesta enfocada en medir la viabilidad de implementar un sistema de energía solar fotovoltaico para aprovechar la emisión solar irradiada en la ciudad de Manta y con ello dar un alcance positivo en los aspectos económico y ambiental en la Facultad de Ciencias Informática, por otra parte dar a conocer a los estudiantes que cursen las materias de Electrónica y Digitales el concepto, fundamentos, diseño, ensamblaje y manejo de dicho sistema.

## Ubicación y contextualización de la investigación

El sistema solar fotovoltaico se implementaría en el laboratorio de Electrónica y Digitales de la Facultad de Ciencias Informáticas de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí de la ciudad de Manta.



*Ilustración 1: Ubicación y contextualización de la investigación*  
*Fuente: Google Maps*

## Planteamiento del problema

Uno de los problemas comunes en la actualidad es la interrupción del servicio eléctrico convencional aparte del daño ambiental que produce, el laboratorio de Electrónica y Sistemas Digitales no cuenta con un Sistema solar fotovoltaico que reemplace la ausencia de la energía eléctrica cuando ésta sea interrumpida por cualquier motivo que la produzca, lo que causa dificultad a la hora de usar equipos informáticos y de trabajo. Por ende, cuando se maneje información importante en un dispositivo informático o estén realizando práctica las consecuencias de que se paraliza la energía convencional serían la pérdida de información, horas de clases, prácticas no realizadas a tiempo.

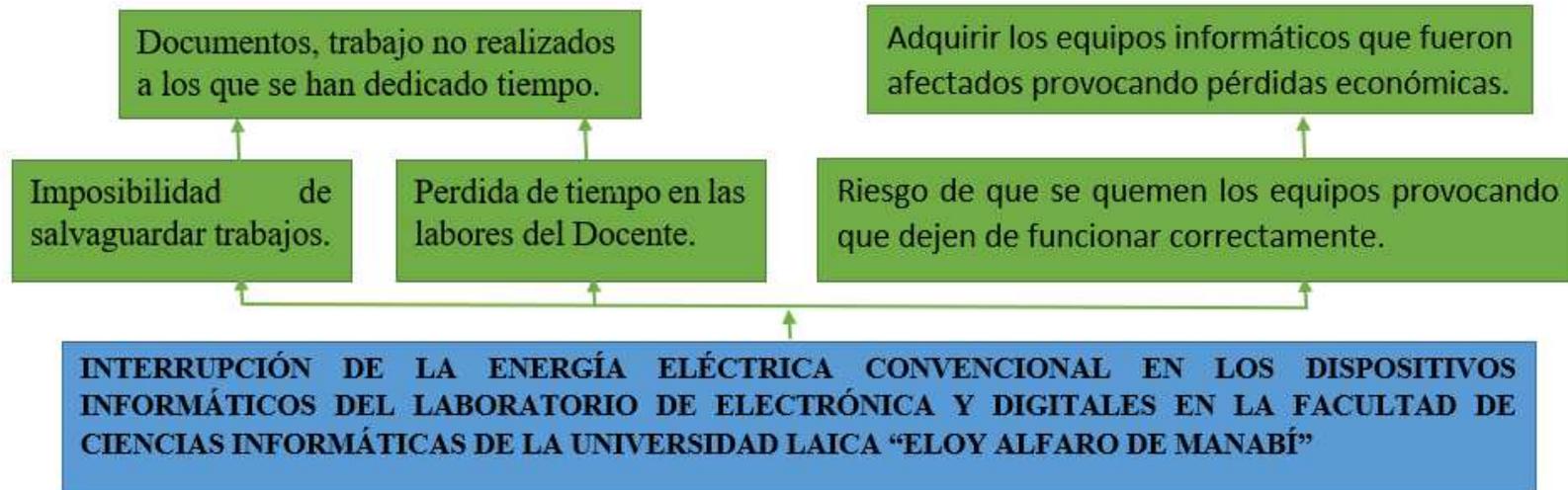
Hay que recalcar que, en Ecuador, la mayoría de la población no cuenta con una energía alternativa para sustituir la energía eléctrica convencional cuando se produzca una interrupción,

Actualmente, se habla de la energía solar como una alternativa a la electricidad convencional.

Sería una buena solución frente a la interrupción de la electricidad convencional, como sucede en muchos lugares; tal como caso de estudio sería la implementación de un Sistema Solar Fotovoltaico en el laboratorio de Electrónica y Digitales de la Facultad de Ciencias Informáticas de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí para una demostración de cómo se aplicaría y cómo funcionaría dicho sistema.

### Diagrama Causa-Efecto del problema

E  
F  
E  
C  
T  
O  
S



C  
A  
U  
S  
A  
S

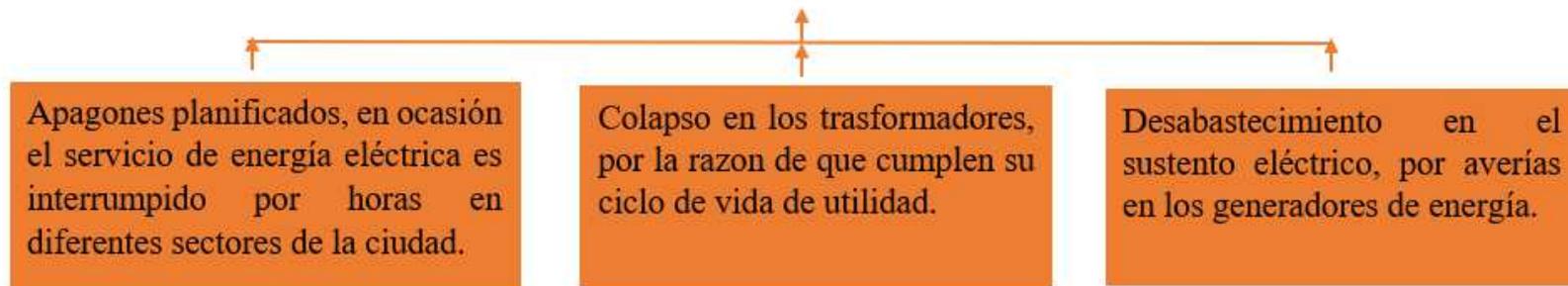


Ilustración 2: Diagrama causa – efecto

Elaborado por: Parrales Bailón Jairo Javier – Rivera Sánchez John Valentín

## Objetivos

### Objetivo General

“DISEÑAR E IMPLMETAR UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO, ENSAMBLANDO TODOS SUS COMPONENTES ELECTRÓNICOS PARA RESPALDAR LA ELECTRICIDAD CONVENCIONAL DE LOS DISPOSITIVOS INFORMÁTICOS DEL LABORATORIO DE ELECTRÓNICA Y DIGITALES EN LA FACULTAD DE CIENCIAS INFORMATICA DE LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ”.

### Objetivos Específicos

- ✚ Realizar un estudio detallado sobre adquisición, montaje, construcción y funcionamiento de los componentes electrónicos que integran el sistema solar fotovoltaico.
- ✚ Ensamblar los componentes electrónicos que integran el sistema solar fotovoltaico y ponga en funcionamiento los dispositivos informáticos en la ausencia de corriente eléctrica.
- ✚ Implementar el sistema solar fotovoltaico en el laboratorio de Electrónica y Digitales de la Facultad de Ciencias Informáticas de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.
- ✚ Evaluar y monitorear la viabilidad del sistema con energía solar fotovoltaico.

## Justificación

La energía solar puede ser usada para distintos campos o áreas, de acuerdo con las diferentes maneras que se lo vaya a utilizar; ya sea para semáforos, cargadores, calentadores, carros solares, alumbrados públicos, entre otros.

Podemos junto con ella reemplazar la electricidad convencional, cuando su fluido eléctrico sea interrumpido por alguna causa.

A continuación, los motivos siguientes son las razones por las que el proyecto se justifica:

- ✚ Se contribuye mucho al medioambiente.
- ✚ Hay una menor dependencia energética de otras fuentes de energía.
- ✚ Energía gratuita, no se necesita pagar por ella como comúnmente se hace con la electricidad convencional.
- ✚ Se genera un ahorro económico con respecto de la factura de electricidad convencional.
- ✚ Los componentes electrónicos que se utilizan para energía solar son silenciosos y de amplia vida útil; en especial los paneles solares, por ende, no hay contaminación acústica.
- ✚ La energía solar es renovable. No tenemos que preocuparnos por quedarnos sin luz, ya que constantemente tendremos sol.

# **CAPÍTULO I**

## **MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN**

## 1.1. Introducción

Este capítulo se trata las definiciones que se relacionan con la propuesta que se va a realizar; en fundamentación legal se especifica con qué artículos de la Constitución de la República del Ecuador y otros reglamentos se relacionan entre sí con la propuesta.

Se tratará también si se han hecho investigaciones anteriores, y al final de este capítulo se da una conclusión referente a la teoría investigada.

## 1.2. Antecedentes de investigaciones relacionadas al tema

A continuación, se presenta tres tesis de investigaciones, previo a la revisión de archivos correspondientes a las bibliotecas de las diferentes universidades, han sido tomadas como antecedentes de la investigación, las cuales guardan estrecha relación con nuestro proyecto de titulación.

**Tema:** “DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA LA OBTENCIÓN DE UNA CERTIFICACIÓN LEED EN LA CATEGORÍA DE ENERGÍA Y ATMÓSFERA PARA LA EMPRESA SOLINFRA DE LA CIUDAD DE QUITO”.

**Autor:** Daniel Alejandro Robalino Peñaloza.

**Fecha publicación:** julio del 2017.

### Resumen:

El presente proyecto técnico se basa en el diseño y simulación de un Sistema Fotovoltaico para la obtención de una certificación LEED en la categoría de Energía

y Atmósfera para la empresa SOLINFRA de la ciudad de Quito. Dicho sistema está conformado por 12 paneles fotovoltaicos conectados entre sí, 8 en serie y 4 en paralelo, para suplir la demanda de iluminación básica de la empresa que es de 2374,75 W en el peor escenario, con una radiación solar inclinada anual de 202,78 W/m<sup>2</sup> (mes de marzo) aprovechando la energía proveniente del sol y convirtiéndola en energía eléctrica, de esta manera se optimiza los recursos económicos y se reduce el consumo energético, generando un compromiso con el medio ambiente y la sociedad. (Peñaloza, 2017).

**Tema:** “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE POSICIONAMIENTO SOLAR PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO ELÉCTRICO DE UN PANEL FOTOVOLTAICO”

**Autores:** Andrés Jefferson Merchán Chávez, Carlos Andrés Vargas Medina.

**Fecha publicación:** 23 de junio del 2017.

**Resumen:**

Este trabajo consiste en realizar el diseño, implementación y modelado de un sistema de posicionamiento de panel solar, para la captación de la energía que brinda el sol.

Por lo cual se propone crear un sistema móvil el cual se oriente de manera perpendicular a los rayos solares con el propósito de captar la máxima incidencia solar en determinadas horas del día. Una vez construido el sistema se procede a encontrar un modelo lineal que permita emular el comportamiento del sistema, por lo cual se decidió utilizar la herramienta *ident* de Matlab para estimar el modelo del sistema. (Merchán Chávez Andrés Jefferson, 2017)

**Tema:** “ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS EN EL RECINTO SABANILLA - CANTÓN DAULE”

**Autor:** Carlos Patricio Salazar Serrano

**Fecha publicación:** abril del 2017.

**Resumen:**

La población rural del Recinto Sabanilla no cuenta con el servicio básico de electricidad, impidiendo el desarrollo socioeconómico de aproximadamente 250 personas. Con el antecedente del cambio de Matriz productiva Energética y los estatus contemplados en la Constitución de nuestro país y el Plan Nacional del Buen Vivir, se ha desarrollado el presente proyecto para implementar paneles fotovoltaicos en las 50 viviendas de esta población. Se realizó un análisis comparativo entre la implementación de paneles fotovoltaicos (energía solar) y la instalación de la red eléctrica convencional, dando como resultado por medio de los índices de la VAN y la TIR que es rentable la instalación de los paneles fotovoltaicos. (SERRANO, 2017)

También se tomó como referencias de la investigación proyectos realizados en nuestra ciudad que guardan relación con nuestro proyecto de titulación.

**Proyecto:** Central Solar de Jaramijó

**Fecha inauguración:** martes 9 de abril del 2013.

**Resumen:**

En abril del 2013 la primera etapa de la Central Solar de Jaramijó de una granja solar piloto fue inaugurada. El proyecto privado de la empresa Enersol con capital ecuatoriano y surcoreano; la inversión es de 3 millones de dólares, la granja solar está compuesta por 3 mil paneles fotovoltaicos, con capacidad de generar 500 kilovatios por hora. La energía generada por este proyecto piloto equivale a la demanda generada por dos comunidades con servicios básicos. El montaje duró 3 meses, se emplearon a 38 personas ecuatorianas y 8 técnicos coreanos.

Tras este ambicioso proyecto está el respaldo económico de Korea Consortium y la asistencia tecnológica de Solar Energy, O. Solar y EOS Solar, gigantes multinacionales que generan 800 megavatios anuales. (Enersol, 2013).



*Ilustración 3: Inversionistas coreanos y autoridades ecuatorianas participaron de la inauguración del proyecto Enersol*  
Fuente: Google

## **Proyecto: SemafORIZACIÓN Ecológica Manta**

**Fecha publicación:** 25 de abril del 2015.

## Resumen:

El proyecto de los semáforos que funcionan con energía solar fue desarrollado por José Mero, Washington Briones, Gabriel Muentes y Felipe Farfán, quienes donaron este modelo de aparato a la ciudad, para que los habitantes y autoridades conozcan de su funcionalidad. Ahora, los artesanos buscan ampliar su proyecto, para lo cual esperan contar con el apoyo del Gobierno local. Tras conversaciones con las autoridades, los dispositivos serían colocados en 12 intersecciones más. Entre estas constan: avenida 17 y calle 13, calle 11 y avenida 8, calle 17 y avenida 35, calle 8 y avenida 8, J-13 y J-6, redondel del paso a desnivel y redondel del Atún. “Nuestro proyecto ayuda al medioambiente. Hemos fabricado un prototipo que está funcionando con materiales reciclados, entre estos tubos”, explica José Mero, quien acota que la oferta que él hizo junto a sus socios al Municipio será subida al Portal de Compras Públicas. La inversión del proyecto que este grupo propone es de aproximadamente \$ 80 mil. Estos semáforos están conformados por un báculo, una caja de fibra de vidrio y una caja de luz. Además, está la caja para alojar la parte electrónica y la parte de la batería, la que servirá para mantener el aparato activo por las noches. En la parte superior está el panel solar. La batería utilizada en este proyecto tiene una durabilidad de 8 años, mientras que el panel solar tiene una vida útil de 30 años. En caso de que haya un día nublado, estos dispositivos pueden guardar energía para 5 días. “Estos aparatos deben estar colocados en todas las intersecciones de la ciudad, ya que así habría menos accidentes cuando se va la energía eléctrica y los semáforos convencionales se apagan”, manifiesta el taxista Cedeño. Mero indica que, para un trabajo en conjunto, los semáforos deben estar conectados con la Dirección de Tránsito y el ECU911. “Esto permitirá que, si un conductor se pasa en rojo, la cámara tome una fotografía y le haga un video, para que quede la evidencia de la infracción. Con las multas de tránsito se podrían mejorar los semáforos”, expresa.

Para Farfán, integrante del proyecto, sería ideal que este plan sea ejecutado este año “para que así la ciudad goce de sus beneficios”. (Felipe Farfán, 2016)



*Ilustración 4: Semaforización ecológica Manta*  
*Fuente: Google*

### 1.3. Definiciones conceptuales

#### 1.3.1. Energía solar

La energía solar es una energía renovable, obtenida a partir del aprovechamiento de la radiación electromagnética procedente del Sol. La radiación solar que alcanza la Tierra ha sido aprovechada por el ser humano desde la Antigüedad, mediante diferentes tecnologías que han ido evolucionando. Hoy en día, el calor y la luz del Sol puede aprovecharse por medio de diversos captadores como células fotovoltaicas, helióstatos o colectores térmicos, pudiendo transformarse en energía eléctrica o térmica.

El desarrollo de tecnologías solares limpias, baratas e inagotables supondrá un enorme beneficio a largo plazo. Aumentará la seguridad energética de los países mediante el uso de una fuente de energía local, inagotable y, aún más importante, independientemente de importaciones, aumentará la sostenibilidad, reducirá la contaminación, disminuirá los costes de la mitigación del cambio climático, y evitará la subida excesiva de los precios de los combustibles fósiles. Estas ventajas son globales. De esta manera, los costes para su incentivo y desarrollo deben ser considerados inversiones; deben ser realizadas de forma correcta y ampliamente difundidas (Agencia Internacional de la Energía, 2011)

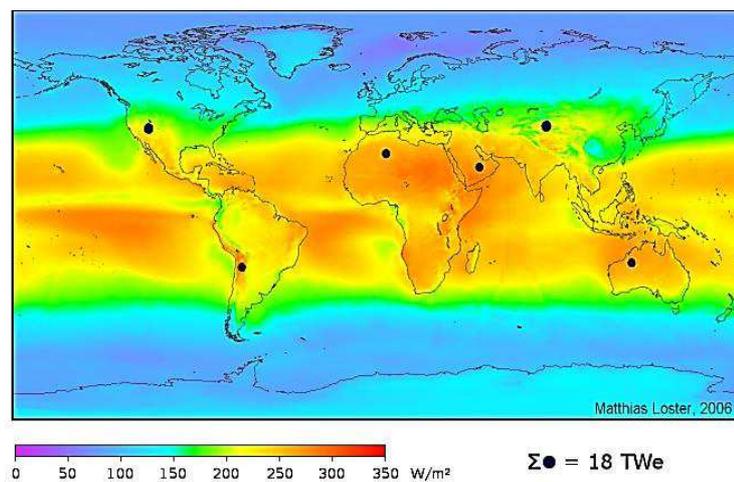


Ilustración 5: Áreas solares  
Fuente: Google

### 1.3.2. Paneles Solares

Un panel solar o módulo solar es un dispositivo que capta la energía de la radiación solar para su aprovechamiento. El término comprende a los colectores solares, utilizados usualmente para producir agua caliente doméstica mediante energía solar térmica, y a los paneles fotovoltaicos, utilizados para generar electricidad mediante energía solar fotovoltaica. Se fabrica con un semiconductor tipo n y otro semiconductor tipo p de tal forma que produce una malla cristalina del semiconductor no se intercepte al pasar de una división a otra. La unión de los semiconductores crea factible un espectro de campo eléctrico en la sección que libera los pares en el vacío, las cargas positivas las conduce hacia el lado p lo que estimula una procedencia del electrón hasta el metal del roce y las negativas al semiconductor n lo que produce una corriente en el circuito (Sampedro Merchan, 2016).



Ilustración 6: Paneles solares

Fuente: Google

#### 1.3.2.1. Panel monocristalino de celdas de silicio

Las celdas solares de silicio monocristalino son bastante fáciles de reconocer por su coloración y aspecto uniforme, que indica una alta pureza en silicio, tal como se muestra en la imagen:



*Ilustración 7: Panel solar fotovoltaico monocristalino*  
*Fuente: Energías renovables*

Las celdas monocristalinas se fabrican con bloques de silicio o ingots, que son de forma cilíndrica. Para optimizar el rendimiento y reducir los costes de cada celda solar monocristalina, se recortan los cuatro lados de los bloques cilíndricos para hacer láminas de silicio, y que les da esa apariencia característica.

Una de las formas más sencillas para saber si tenemos delante un panel solar monocristalino o policristalino, es que en el policristalino las celdas son perfectamente rectangulares y no tienen esquinas redondeadas. (Energías Renovables, 2014)

#### **1.3.2.1.1. Ventajas de los paneles solares monocristalinos**

- Los paneles solares monocristalinos tienen las mayores tasas de eficiencia puesto que se fabrican con silicio de alta pureza. La eficiencia en estos paneles está por encima del 15% y en algunas marcas supera el 21%.
- La vida útil de los paneles monocristalinos es más larga. De hecho, muchos fabricantes ofrecen garantías de hasta 25 años.
- Suelen funcionar mejor que paneles policristalinos de similares características en condiciones de poca luz.
- Aunque el rendimiento en todos los paneles se reduce con temperaturas altas, esto ocurre en menor medida en los policristalinos que en los monocristalinos.

### 1.3.2.1.2. Desventajas de los paneles solares monocristalinos

- Son más caros. Valorando el aspecto económico, para uso doméstico resulta más ventajoso usar paneles policristalinos o incluso de capa fina.
- Si el panel se cubre parcialmente por una sombra, suciedad o nieve, el circuito entero puede averiarse. Si decide poner paneles monocristalinos, pero cree que pueden quedar sombreados en algún momento, lo mejor es usar micro inversores solares en vez de inversores en cadena o centrales. Los microinversores aseguran que no toda la instalación solar se vea afectada por sólo un panel afectado.
- El proceso Czochralski es el usado para la fabricación de silicio monocristalino. Como resultado, se obtienen bloques cilíndricos. Posteriormente, se recortan cuatro lados para hacer las láminas de silicio. Se derrocha una gran cantidad de silicio en el proceso.

### 1.3.2.2. Paneles policristalinos de silicio

Los primeros paneles solares policristalinos de silicio aparecieron en el mercado en 1981. A diferencia de los paneles monocristalinos, en su fabricación no se emplea el método Czochralski. El silicio en bruto se funde y se vierte en un molde cuadrado. A continuación, se enfría y se corta en láminas perfectamente cuadradas. (Energías Renovables, 2014)



Ilustración 8: Panel solar fotovoltaico policristalinos  
Fuente: Energías renovables

#### 1.3.2.2.1. Ventajas de los paneles policristalinos

- El proceso de fabricación de los paneles fotovoltaicos policristalinos es más simple, lo que redonda en menor precio. Se pierde mucho menos silicio en el proceso que en el monocristalino.

#### 1.3.2.2.2. Desventajas de los paneles policristalinos

- Los paneles policristalinos suelen tener menor resistencia al calor que los monocristalinos. Esto significa que en altas temperaturas un panel policristalino funcionará peor que un monocristalino. El calor además puede afectar a su vida útil, acortándola.
- La eficiencia de un panel policristalino se sitúa típicamente entre el 13-16%, debido a que no tienen un silicio tan puro como los monocristalinos.
- Mayor necesidad de espacio. Se necesita cubrir una superficie mayor con paneles policristalinos que con monocristalinos.

#### 1.3.2.3. *Panel solar fotovoltaico de capa fina*

El fundamento de estos paneles es depositar varias capas de material fotovoltaico en una base. Dependiendo de cuál sea el material empleado podemos encontrar paneles de capa fina de silicio amorfo (a-Si), de telurio de cadmio (CdTe), de cobre, indio, galio y selenio (GIS/CIGS) o células fotovoltaicas orgánicas (OPC)

Dependiendo del tipo, un módulo de capa fina presenta una eficiencia del 7-13%. Debido a que tienen un gran potencial para uso doméstico, son cada vez más demandados. (Energías Renovables, 2014)



*Ilustración 9: Panel solar fotovoltaico de capa fina  
Fuente: Energías renovables*

#### **1.3.2.3.1. Ventajas de los paneles fotovoltaicos de capa fina**

- Se pueden fabricar de forma muy sencilla y en grandes remesas. Esto hace que sean más baratos que los paneles cristalinos.
- Tienen una apariencia muy homogénea.
- Pueden ser flexibles, lo que permite que se adapten a múltiples superficies.
- El rendimiento no se ve afectado tanto por las sombras y altas temperaturas.
- Son una gran alternativa cuando el espacio no es problema.

#### **1.3.2.3.2. Desventajas de los paneles de capa fina**

- Aunque son muy baratos, por su menor eficiencia requieren mucho espacio. Un panel monocristalino puede producir cuatro veces más electricidad que uno de capa fina por cada metro cuadrado utilizado.
- Al necesitar más paneles, también hay que invertir más en estructura metálica, cableado, etc.
- Los paneles de capa fina tienden a degradarse más rápido que los paneles monocristalinos y policristalinos, por ello los fabricantes también ofrecen menor garantía.

### 1.3.3. Energía Solar Fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica es una fuente de energía que produce electricidad de origen renovable, obtenida directamente a partir de la radiación solar mediante un dispositivo semiconductor denominado célula fotovoltaica, o bien mediante una deposición de metales sobre un sustrato denominada célula solar de película fina. (Solar Cells – Chemistry Encyclopedia – structure, 2015)



Ilustración 10: Energía solar fotovoltaica  
Elaborado por: Plima Industri Solar

### 1.3.4. Sistemas fotovoltaicos autónomos

Un sistema fotovoltaico autónomo (SFA) produce energía eléctrica para satisfacer el consumo de cargas eléctricas no conectadas a la red, empleando un sistema de acumulación energético para hacer frente a los períodos en los que la generación es inferior al consumo. Son procesos energéticos que se acondicionan en áreas lejanas sin enlace a la red de distribución eléctrica. (Lamigueiro, 2012).



Ilustración 11: Sistema Solar Fotovoltaico Autónomo  
Fuente: Econotecnica

### 1.3.5. Sistemas fotovoltaicos conectados a la Red

Un sistema fotovoltaico conectado a la red consiste básicamente en un generador fotovoltaico acoplado a un inversor que opera en paralelo con la red eléctrica convencional. El concepto de inyección a la red tiene un amplio margen de aplicaciones, desde pequeños sistemas de pocos kilowatts pico (kWp) de potencia instalada hasta centrales de varios megawatt pico (MWp). El generador fotovoltaico capta la radiación solar y la transforma en energía eléctrica, que, en lugar de ser almacenada en baterías, como en los sistemas aislados e híbridos, se puede utilizar directamente en el consumo o entregarla a la red eléctrica de distribución. Estas dos funciones las realiza un inversor de corriente directa a corriente alterna, especialmente diseñado para esa aplicación. (Martínez, 2005)

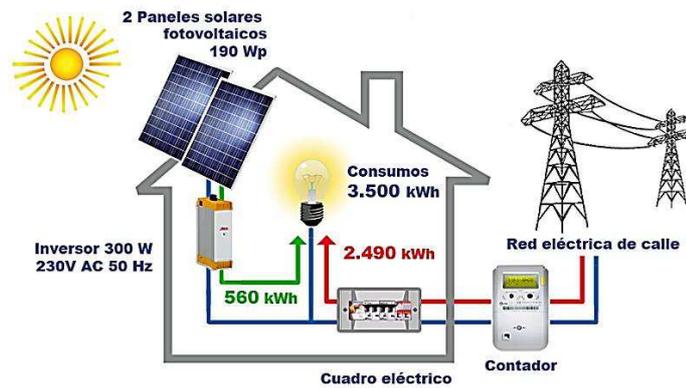


Ilustración 12: Sistemas Fotovoltaicos conectados a Red  
Fuente INTEC

### 1.3.6. Generadores fotovoltaicos

El generador FV es el encargado de transformar la energía del sol en energía eléctrica. Está formado por varios módulos fotovoltaicos conectados en serie y/o paralelo, y a su vez cada módulo fotovoltaico está formado por unidades básicas llamadas células fotovoltaicas. La potencia que puede suministrar una única célula FV típica es del orden de 3 W. este valor resulta pequeño para la mayoría de las aplicaciones hace que el fabricante las agrupe conectándolas en serie y paralelo para formar módulos FV. La potencia que puede suministrar un módulo FV dependerá del número de celdas que posea. Un valor típico para módulos compuesto por 36 celdas conectadas en serie oscila entre los 50 y 100 W, dependiendo del área de cada una de las celdas. Si esta potencia aún resulta insuficiente para una determinada aplicación, el instalador conecta los módulos necesarios en serie y en paralelo, hasta obtener la potencia requerida (Abella, 2015).



Ilustración 13: Generadores Fotovoltaicos – Estructura básica  
Fuente: Miguel Alonso Abella

### 1.3.7. Baterías fotovoltaicas

La función de la batería en un sistema de energía solar fotovoltaica es la de acumular la energía producida por los paneles fotovoltaicos durante las horas de Sol para poderla utilizar durante la noche o en días nublados. El uso de baterías también permite proveer una intensidad de corriente superior que la que puede ofrecer un panel fotovoltaico en funcionamiento. Este sería el caso si se utilizaran varios aparatos eléctricos en un mismo instante. Una batería consta de pequeños acumuladores de 2V integrados en el mismo elemento; tiene corriente continua a 6, 12, 24 o 48V. El acumulador es la celda que almacena energía a través de un proceso electroquímico. De este modo, cuando hablamos de una batería de 12V, estamos hablando de un conjunto en serie de 6 celdas de plomo-ácido de 2V cada una. (Solar, Baterías Solares, 2016).



Ilustración 14: Baterías fotovoltaicas  
Fuente: Google

### 1.3.7.1. Procesos de carga y descarga de una batería

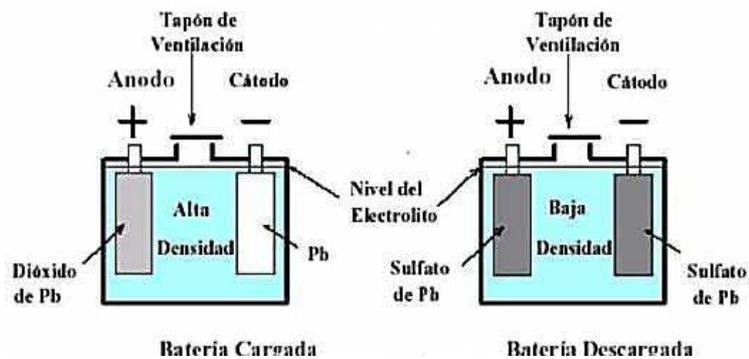


Ilustración 15: Carga y descarga de una batería  
Fuente: SunFields Europe

La carga es el proceso por el cual la batería almacena energía eléctrica al paso de una corriente directa por transformación en energía química. Cuando la carga se realiza a una intensidad constante, ésta se caracteriza por un aumento del voltaje en los terminales de la batería y un aumento del estado de carga definido éste como la relación entre la cantidad de carga disponible en un determinado instante y la cantidad de carga disponible cuando la batería está plenamente cargada. También se observa un aumento de la densidad del electrolito.

La descarga es el proceso por el cual la energía química almacenada en la batería se transforma en energía eléctrica. Cuando la descarga se realiza a intensidad constante se caracteriza por una progresiva disminución del voltaje en los terminales de la batería, de la densidad y del estado de carga.

Las baterías solares, junto con los paneles solares, son el corazón de cualquier proyecto fotovoltaico, por lo tanto, es siempre conveniente invertir en calidad para evitar tener desagradables sorpresas futuras. (SunFields Europe, 2018)

### 1.3.7.2. Tipos de batería de plomo para aplicaciones solares

Se usan en la mayoría dos diferentes tipos de baterías de plomo:

- Baterías Líquidas:** son las más antiguas y su simple producción permiten precios favorables. Existen en versión abierta con tapas que dejan sustituir el agua o en versión 'libre de mantenimiento' que son cerradas, pero con válvulas para que posibles gases puedan escapar durante cargas excesivas (en la realidad no son libre de mantenimiento, son de bajo mantenimiento). Sus ventajas aparte de los precios es que son menos problemáticos si se sobrecargan. Las desventajas son que durante la carga escapa hidrógeno (explosivo), existe el peligro de perder el muy agresivo ácido, un control del nivel del agua es necesario (en las de 'libre mantenimiento' no se pueden sustituir el agua), y su corta vida típica de aproximadamente 400 ciclos de carga y descarga. Una ventilación es muy importante para estos tipos de batería y temperaturas bajo cero pueden destruirlas rápidamente.



*Ilustración 16: Baterías de plomo-ácido con electrolito líquido*  
*Fuente: Interempresas*

- Baterías tipo VRLA** (abreviación del inglés: Valve Regulated Lead Acid battery): Estas baterías modernas tampoco son completamente selladas, pero contienen una tecnología que recombinan el oxígeno e hidrógeno que sale de las placas durante la carga y así eliminan la pérdida de agua si no son sobrecargadas. Estas baterías funcionan en cualquiera posición. Hay dos tipos principales: los de consistencia de Gel y los AGM, donde el ácido es fijado en

fibra de vidrio (AGM - absorbed glass mat). Ambas se pueden usar en temperaturas bajas.



Ilustración 17: Batería tipo VRLA  
Fuente: Universal Power

- **Baterías de Gel:** En estas baterías 'selladas', el ácido tiene la forma de gel. Su gran ventaja es que ya no hay un líquido que se puede perder, son cerradas y funcionan en cualquier posición. La corrosión es reducida y son más resistentes a bajas temperaturas. Su vida es mucho mayor que la vida de las baterías líquidas y comparado con otras, son las menores afectadas en casos de descargas profundas. Las desventajas son una resistencia interna poco más alta que reduce el flujo máximo de la corriente, son algo más delicadas para cargar y llevan un precio mayor. Estas baterías, por su larga vida, se usan frecuentemente en la industria y la telecomunicación.



Ilustración 18: Batería tipo gel  
Fuente: Damia Solar

- **Baterías tipo AGM:** En estas baterías, desarrolladas inicialmente para la aviación, el ácido está fijado en fibras de vidrio (a veces se

llaman baterías 'secas' por su reducida cantidad de ácido). Cada vez más se usan en sistemas solares y eólicos. Sus ventajas son una alta resistencia en climas fríos, su auto descarga sobre el tiempo es mínimo y tiene la eficiencia más alta de todas las baterías de plomo (hasta 95%). Tienen una baja resistencia interna que permite corrientes altas. Desventaja, aparte del precio, es su vulnerabilidad más alta a descargas profundas. La vida puede variar considerablemente según calidad. (DeltaVolt, 2010)



Ilustración 19: Batería tipo AGM  
Fuente: Nautic Expo

### 1.3.8. Controlador o regulador de carga

El regulador de carga tiene la misión de regular la corriente que absorbe la batería para que nunca se sobrecargue peligrosamente. Por este motivo, detecta y mide constantemente el voltaje de la batería, mide su estado de carga y, si éste llega a un valor de consigna previamente establecido que corresponda al valor de tensión máxima admitida, actúa cortando el flujo de corriente hacia la batería o bien deja que pase sólo una parte para mantenerla en estado de plena carga, sin sobrepasarse. Esta corriente mínima se denomina corriente de flotación y se da cuando la batería está a plena carga y recibe sólo la energía suficiente para mantenerla en ese estado (que, en periodos largos, compensará la autodescarga) (Solar, Energia Solar, 2016).

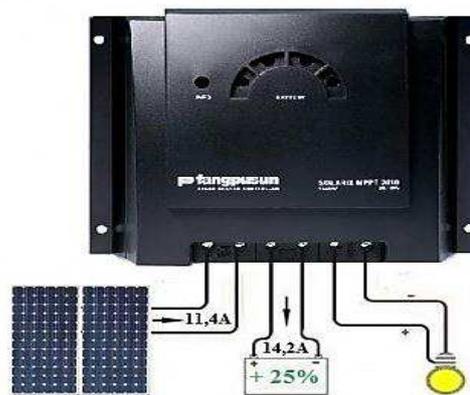


Ilustración 20: Regulador de carga  
Fuente: Google

### 1.3.9. Inversor

Un inversor fotovoltaico es un convertidor que transforma la energía de corriente continua procedente del generador fotovoltaico en corriente alterna. En el caso de el autoconsumo solar residencial, se usan principalmente tres tipos de inversores solares: inversores string o en cadena, microinversores y optimizadores de potencia. Hoy en día los inversores string son los más utilizados a nivel residencial en todo el mundo, acaparando una alta cuota de mercado. Sin embargo, las tecnologías MLPEs están empezando a hacerse hueco, ya que han conseguido reducir muchos costes de fabricación. En relación con esto, según informe de los analistas de IHS: “la mejora en la electrónica integrada y en el ciclo de vida de los microinversores y de los optimizadores de potencia está favoreciendo el desarrollo de estas tecnologías. Se espera que en 2019 tenga un crecimiento del 19%” (SotySolar, 2017).



*Ilustración 21: Inversor  
Fuente: CanadianSolar*

### **1.3.9.1. Tipos de inversores**

La mayoría de inversores de voltaje actuales pueden producir corriente alterna de onda cuadrada (onda sinusoidal modificada) o de onda sinusoidal pura. La corriente continua de onda cuadrada no tiene unos picos y valles de forma tan suave como la corriente alterna que hay en la red eléctrica de los hogares, pero es válida que funcionen la mayoría de aparatos eléctricos. Debido a que se pueden utilizar y que son muy baratos, los inversores de onda cuadrada con las comunes.

Los inversores de onda sinusoidal pura son bastante más caros, pero producen una corriente alterna más constante y con picos y valles más suaves. Este tipo de inversores son los utilizados para equipos y aparatos más sensibles, por ejemplo, aparatos electrónicos de hospital. (curiosoando, 2014)

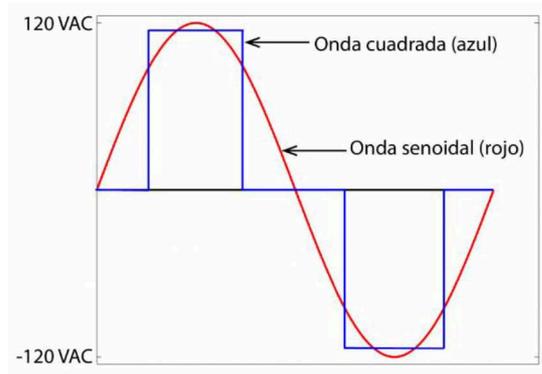


Ilustración 22: Inversores de onda cuadrada y senoidal  
Fuente: Enerdex

### 1.3.10. Conector

Un conector eléctrico es un dispositivo para unir circuitos eléctricos. La conexión puede ser temporal, como para equipos portátiles, puede exigir una herramienta para montaje y desmontaje o puede ser una unión permanente entre dos cables o aparatos. Hay cientos de tipos de conectores eléctricos.

En informática, un conector eléctrico también puede ser conocido como una interfaz física (comparable a la capa física del modelo OSI de redes). Los conectores pueden unir dos trozos de cable flexible, o pueden conectar un cable a un terminal eléctrico.

Están compuestos generalmente de un enchufe (macho) y una base (hembra).  
(Wikipedia, 2017)



Ilustración 23: Conector para 110V.

*Fuente: Geupo Davani S.A.S.*

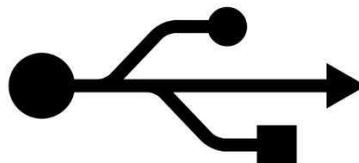
### 1.3.11. Puerto USB

El USB – “Universal Serial Bus” – es un conector estándar Industrial desarrollado a mediados de los años 1990, que define los cables, conectores y protocolos usados en un “bus” para conectar, comunicar y proveer de alimentación eléctrica entre ordenadores y dispositivos electrónicos.

Su traducción literal sería la de “Línea serial de transporte de datos”.

Básicamente se trata de un conector rectangular de 4 terminales que permite la transmisión de datos entre una gran gama de dispositivos externos con la computadora, llamados “periféricos”.

Por tal motivo es considerado dentro del concepto de “puerto”.



*Ilustración 24: Símbolo del puerto USB  
Fuente: Varinter*

#### 1.3.11.1. Conector USB

Existen dos clases de conectores USB:

- Conectores “Tipo A”, que tienen forma rectangular y se utilizan generalmente para dispositivos que consumen poco ancho de banda (como teclados, ratones, y cámaras Web),

- Conectores “Tipo B”, que tienen forma cuadrada y se utilizan generalmente para dispositivos con altos requisitos de ancho de banda (como discos rígidos externos)

### 1.3.11.2. Composición del cable USB

Al desarmar un cable USB, veremos que contiene cuatro cables del mismo diámetro y estos son de diferentes colores para diferenciarlos de su función:

- ROJO — VOLTAJE +5
- BLANCO — DATOS –
- VERDE — DATOS +
- NEGRO — TIERRA

Básicamente, por el verde y el blanco viajan los datos, desde un extremo al otro, por el rojo se pasa la alimentación y el negro es la descarga a tierra. (Varinter, 2016)

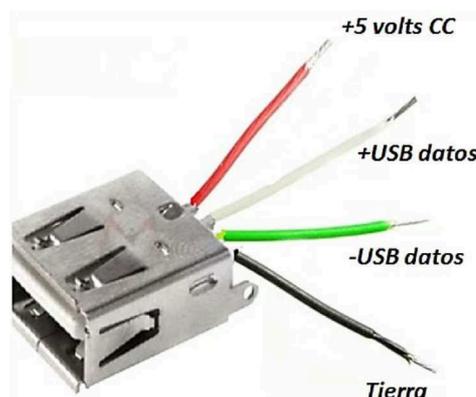


Ilustración 25: Composición del cable USB  
Fuente: Varinter

### 1.3.12. Cable

Es un cordón que sirve de conductor, más o menos grueso, el cual está creado por varios hilos, cubierto por algún material que sirve de protector y aislante, el cual

se divide en varios tipos, los cuales tienen diferentes usos, que, a su vez, le otorgan varios significados al término “cable”.

El más popular o el principal uso del cable, es dado en la electricidad. El cable eléctrico está fabricado por varios hilos entrelazados, comúnmente de cobre (debido a su efectividad para servir de conductor) o de aluminio (por los bajos costos de producción respecto al cobre, pero es menos efectivo en cuanto a conductividad). Comúnmente es cubierto por plástico, que sirve de aislante, el cual varía en tipo y grosor de acuerdo al nivel de tensión que maneje el cable, la corriente nominal, la temperatura ambiente y la temperatura de servicio del conductor.

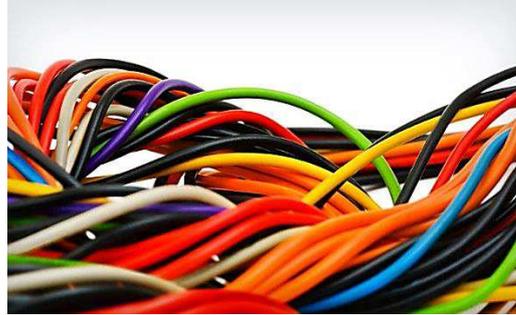
El cable eléctrico está compuesto por el conductor, el aislamiento o aislante, la capa de relleno y la cubierta. Además, éste puede dividirse según: su nivel de tensión, componentes, número de conductores, materiales empleados, flexibilidad del conductor y aislamiento del conductor.

Por otro lado, existe el cable coaxial, que es aquel que está compuesto por dos conductores concéntricos: el conductor vivo o central (que se dedica a transportar los datos) y el conductor exterior, también llamado blindaje o malla (actúa como retorno de la corriente y es referencia de tierra). Dichos conductores son separados por una capa aislante, conocida como dieléctrico. Este tipo de cables pueden transportar señales eléctricas de alta frecuencia.

En Latinoamérica y los hispanohablantes se ha desarrollado en los últimos tiempos un nuevo uso para el término cable, el cual ha sido utilizado para representar el servicio de televisión que no se transmite por aire a través de una antena receptora, sino que llega por cable, servicio comúnmente ofrecido por empresas privadas, lo que significa que los usuarios deben pagar por una cuota mensual, para disfrutar del mismo.

Finalmente, existe una frase que funge como modismo en muchos países, la cual dice “se le cruzaron los cables”, la cual hace referencia a que una persona perdió el control de sus actos en un momento determinado. Asimismo, hay países donde

“echar un cable” significa prestarle ayuda a alguien que lo necesitaba, en una situación de apuro. (conceptodefinicion.de, 2017)



*Ilustración 26: Cable conductor de electricidad.  
Fuente: conceptodefinicion.de*

#### **1.3.12.1. Cable concéntrico**

Un cable concéntrico es un tipo de cable utilizado en los sistemas TN-C-S de puesta a tierra, donde el núcleo combinado neutro y la tierra rodean completamente al núcleo vivo. Esto minimiza el riesgo de cortar completamente a través del neutro combinado y la tierra sin primero cortar completamente a través de los núcleos vivos. (Wikipedia, 2017)



*Ilustración 27: Cable concéntrico 2x12  
Fuente: Disensa*

#### 1.4. Fundamentación legal

En estos últimos años, Ecuador ha tenido importantes cambios a nivel legislativo y regulatorio, como fue en 2008, la aprobación de una nueva Constitución, que posee varios artículos que sirven de apoyo a la investigación, los cuales son citados a continuación:

De la Constitución de la República del Ecuador, del Capítulo Segundo de los Derechos del Buen Vivir, se ha tomado en cuenta los siguientes artículos en los cuales se menciona los Derechos del Ambiente (Art. 14 y 15), Hábitat y Vivienda (Art. 30), Personas Usuarias y consumidoras (Art. 52), Derechos de Libertad (Art. 66 num. 27), Derechos de la Naturaleza (Art. 71 y 74), dichos artículos amparan el uso, la fomentación y aplicación de los recursos naturales en beneficio de todas las personas de nacionalidad ecuatoriana.

**Art. 66 numeral 27.-** El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.

Se ha considerado que este artículo se relaciona con la temática principal puesto que el producto final de la misma no afectará al medio ambiente por algunas razones, entre esas; se usa energía renovable, los componentes electrónicos tienen una amplia vida útil, no hay contaminación acústica, existe un ahorro energético, entre otras.

**Art. 14.-** Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.

**Art. 15.-** El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

**Art. 30.** - Las personas tienen derecho a un hábitat seguro y saludable, y a una vivienda adecuada y digna, con independencia de su situación social y económica.

**Art. 52.** - Las personas tienen derecho a disponer de bienes y servicios de óptima calidad y a elegirlos con libertad, así como a una información precisa y no engañosa sobre su contenido y características.

**Art. 71.** - La naturaleza o Pachamama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.

**Art. 74.** - Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir.

De acuerdo a las leyes otorgadas por la Universidad nos valemos del Artículo 7 y 8 en los cuales se manifiesta lo siguiente:

**Art. 7.-** Para la obtención del grado académico de Licenciado, o del Título Profesional Universitario, el estudiante debe realizar y defender un proyecto de investigación conducente a una propuesta para resolver un problema o situación práctica, con características de viabilidad, rentabilidad y originalidad en los aspectos de acciones, condiciones de aplicación, recursos, tiempos y resultados.

**Art. 8.-** Los temas de trabajo de grado deben estar enmarcados en la Constitución del Buen Vivir, Plan Nacional de Desarrollo Ciencia y Tecnología, Líneas de investigación de la institución y contribuir al desarrollo

El artículo 26 de la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica, establece que el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable promoverá el uso de tecnologías limpias y energías alternativas, de conformidad con lo señalado en la Constitución que propone desarrollar un sistema eléctrico, sostenible, sustentado en el aprovechamiento de los recursos renovables de energía

### **1.5. Conclusiones relacionadas al Marco Teórico en referencia al tema de investigación**

Podemos concluir que necesitaremos todos los materiales investigados para diseñar, ensamblar e implementar el sistema solar fotovoltaico. Dicho sistema servirá como sustento a la hora de una interrupción en la electricidad convencional, ya sea por causas distintas tales como: avería con los transformadores, apagones planificados y no planificados, cortocircuitos, etc.

## **CAPÍTULO II**

# **DIAGNÓSTICO O ESTUDIO DE CAMPO**

## **2.1. Introducción**

Este capítulo se trata de recabar datos, mediante encuestas, entrevistas, observaciones u otras según sea el tipo de investigación y la metodología a realizarse. El propósito principal es tener una idea clara de la realidad para lograr los objetivos planteados de la investigación.

## **2.2. Tipo de investigación**

### **2.2.1. Según su finalidad**

#### **2.2.1.1. *Investigación aplicada***

La investigación aplicada estaría acorde a nuestra investigación puesto que, mediante mecanismos o estrategias, se quiere diseñar, ensamblar e implementar un sistema solar fotovoltaico.

### **2.2.2. Según su objetivo gnoseológico**

#### **2.2.2.1. *Investigación descriptiva***

La investigación sería descriptiva; por la razón de que se medirán las características y los procesos que componen el sistema solar fotovoltaico, sin pararse a valorarlos.

### **2.2.3. Según su contexto**

#### **2.2.3.1. *Investigación de campo***

Realizaremos este tipo de investigación porque estaremos en continua visita al lugar de los hechos y estaremos observando el problema donde es objeto nuestra investigación, en donde se implementaría el sistema solar fotovoltaico, que es en la Facultad de Ciencias Informáticas de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

### **2.2.3.2. Investigación experimental**

Otra característica de nuestra investigación es que es experimental, no solo identificaremos las características que se estudian, sino que controlaremos sus valores, las alteraremos o manipularemos con el fin de observar los resultados al tiempo que procura evitar que otros factores intervengan en la observación.

## **2.3. Métodos de investigación**

Nuestra investigación tiene carácter cuantitativo, por la razón de que nos basaremos en el estudio y análisis de la realidad a través de diferentes procedimientos basados en la medición.

Y se aplicaría el método inductivo, donde obtendremos conclusiones a partir de la observación de hechos. Cuando ya se implemente el sistema solar fotovoltaico, pasaremos a la fase de prueba y es ahí donde aplicaremos la observación de hechos, por medio de control y monitoreo; para así sacar las conclusiones debidamente analizadas.

## **2.4. Herramientas de recolección de datos**

Como debemos analizar y estudiar la realidad a través de procedimientos basados en la medición, dichos procedimientos podrían realizarse a través de encuestas, entrevistas, observación, etc.; con el fin de obtener la información que se necesita para su posterior estudio y análisis.

Procederemos a tabular los datos obtenidos mediante las encuestas, para posteriormente graficarlos y obtener los resultados analizados

### **2.4.1. Encuesta**

Esta técnica consiste en realizar preguntas a un número determinado de individuos al que llamaremos muestra, con el fin de analizar e interpretar los datos obtenidos de las mismas.

En este caso, las encuestas fueron dirigidas a las personas que trabajan y hacen uso de un computador o cualquier dispositivo informático en el laboratorio de Electrónica y Digitales en la Facultad de Ciencias Informáticas; los cuales comprenden docentes y estudiantes.

### **2.4.2. Observación**

Por medio de esta herramienta de recolección de datos podremos lograr visualizar el problema, investigando las razones por las cuales se interrumpe, se suspende o se obstaculiza la energía eléctrica convencional, provocando que los dispositivos informáticos se apaguen casi de forma inmediata.

## **2.5. Fuentes de información de datos**

### **2.5.1. Fuentes primarias**

Las fuentes primarias para esta investigación lo encontraremos en los docentes y estudiantes del laboratorio de Electrónica y Sistemas Digitales de la Facultad de Ciencias Informáticas; puesto que mediante encuestas dirigidas a esas personas podemos ver los problemas que surgen a la hora de una interrupción de la energía eléctrica convencional.

### **2.5.2. Fuentes secundarias**

Estas fuentes lo podremos encontrar en libros, revistas, internet, artículos científicos, etc.; ya que nos proporciona información sobre el problema a estudiar y la solución a aplicar, en este caso el problema sería la interrupción de la energía eléctrica convencional y la solución más conveniente sería la implementación de un sistema solar fotovoltaico.

## **2.6. Instrumental operacional**

En lo que respecta a la encuesta realizada, consta de 12 preguntas cerradas, todas con opciones para que la persona encuestada tenga opciones a elegir.

### **2.6.1. Estructura y características de los instrumentos de recolección de datos**

Como se va a realizar una encuesta, la misma deberá contar con un cuestionario que contendrá 12 preguntas, todas cerradas con opciones; las cuales

deberá responder cada estudiante que recibe las asignaturas de Electrónica y Sistemas Digitales, ya que esas dos asignaturas usan el laboratorio donde se va a implementar el equipo solar fotovoltaico.

## **2.7. Estrategia operacional para la recolección y tabulación de datos**

### **2.7.1. Plan de recolección.**

La Facultad de Ciencias Informáticas es el escenario principal donde se realizará la respectiva recolección de datos cuantitativos mediante las encuestas a los docentes y estudiantes del laboratorio de Electrónica y Digitales.

### **2.7.2. Plan de tabulación.**

Se procederá a tabular los datos obtenidos por las encuestas mediante gráficos estadísticos circulares 3D para visualizar de la manera más adecuada dichos datos; el gráfico constará de la pregunta colocada en la parte superior de los puntos de datos, etiqueta de datos y área de trazado. Por otra parte, el área de trazado estará ubicado en la parte central y en la mayoría de gráficos estadísticos sus etiquetas de datos estarán en negrita tamaño 10 y color blanco siempre y cuando esas etiquetas se encuentren dentro de los puntos de datos para que se puedan apreciar de la mejor manera posible.

Por otra parte, cada gráfico también tendrá aparte una tabla que muestre en detalle las opciones de cada pregunta, la frecuencia absoluta, la frecuencia relativa y el porcentaje que esto representa en cada una de las opciones.

### **2.7.3. Plan de análisis e interpretación de datos**

Consideramos que para analizar e interpretar los datos cuantitativos, realizaremos las respectivas tabulaciones por medio de gráficos estadísticos y la tabla con los detalles de las frecuencias y porcentajes de cada opción.

### **2.8. Plan de muestreo**

Sabemos que una población o también llamado universo, es el conjunto de sujetos, personas, elementos que comparten características comunes o semejantes. Cada elemento que integra la población o universo se lo conoce como individuo y a un subconjunto de esta población se lo denomina como muestra.

Como vamos a encuestar a un grupo más pequeño de la población de la Facultad de Ciencias Informáticas, deberemos aplicar una fórmula estadística que nos permita extraer una base muestral para así no tener la necesidad de encuestar a toda la población completa.

Se conoce que la población o universo de los estudiantes de la Facultad de Ciencias Informáticas; es de 692 estudiantes matriculados en el período lectivo 2017(2), distribuidos en 517 hombre y 175 mujeres respectivamente.

Luego, de esos 692 estudiantes de la Facultad de Ciencias Informáticas, nos concentraremos ahora en los estudiantes que están cursando las asignaturas de Electrónica y Sistemas Digitales; uno impartido por el Ing. Pedro Emilio Delgado Franco y la otra asignatura impartida por el Ing. Mike Machuca Avalos. Cabe recalcar, que ambas asignaturas usan el mismo curso o aula, por esta razón hemos considerado contabilizar el total de estudiantes que utilizan el laboratorio de Electrónica y Sistemas Digitales.

Asimismo, encontramos que hay actualmente 34 estudiantes de un paralelo y 32 de otro paralelo que reciben la asignatura de Sistemas Digitales, dando así un total de 66 estudiantes. Por otro lado, en la materia de Electrónica existen actualmente 31 estudiantes del paralelo A, 28 estudiantes del paralelo B y 29 del paralelo C; sumando nos da un total de 88 estudiantes que reciben Electrónica.

Por último, sumaremos los totales de los estudiantes de cada materia, es decir, los 66 estudiantes de Sistemas Digitales más los 88 estudiantes de Electrónica, dando como resultado 154 estudiantes que usan el laboratorio y 2 docentes más que imparten clases, que sería la cantidad definitiva de 156 individuos.

Finalmente, con esas 156 personas se procederá a aplicar la fórmula de la base muestral para dicha población y obtener una muestra más pequeña de personas a encuestar.

### **2.8.1. Segmentación**

Para realizar la segmentación debemos saber que extraeremos de la población un subgrupo uniforme más pequeños con características y necesidades semejantes.

En este caso, el subgrupo estará dividido en estudiantes y docentes que utilizan el laboratorio de Electrónica y Sistemas Digitales; este subgrupo recibe e imparte clases respectivamente en la Facultad de Ciencias Informáticas de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí.

### **2.8.2. Técnica de muestreo**

Consideraremos a la muestra como estratificada, puesto que escogeremos un número determinado de individuos dentro de la población de la Facultad de Ciencias Informáticas; que como bien se sabe, actualmente existen 156 individuos entre estudiantes y docentes que utilizan el laboratorio de Electrónica y Sistemas Digitales.

### 2.8.3. Tamaño de la muestra

Para calcular el tamaño de la muestra, es necesario primero aclarar que el universo o población es de 156 personas; considerando docentes y estudiantes.

$$n = \frac{k^2 pqN}{[e^2(N - 1)] + k^2 pq}$$

*Ecuación 1: Fórmula para hallar la base muestral*

Debemos tener en cuenta que:

***n = Tamaño de la muestra***  
***k = Nivel de confianza (1,95)***  
***p = Probabilidad de ocurrencia (0,9)***  
***q = Probabilidad de no ocurrencia (0,1)***  
***e = Margen de error admisible (0,05)***  
***N = Población o universo (156)***

*Cuadro 1: Cuadro con los datos para hallar la base muestral del proyecto.*

Entonces reemplazamos:

$$n = \frac{(1,95)^2(0,9)(0,1)(156)}{[(0,05)^2(156 - 1)] + (1,95)^2(0,9)(0,1)}$$

$$n = \frac{53,3871}{0,3875 + 0,342225}$$

$$n = \frac{53,3871}{0,729725}$$

$$n = 73,16$$

$$n \cong 73$$

Según el resultado que nos dio, la base muestral que debemos tomar es de 73,16 pero redondeando a dos cifras nos da 73 individuos, extraídos respectivamente del universo o población.

## 2.9. Presentación y análisis de los resultados

### 2.9.1. Presentación y descripción de los resultados obtenidos

Representaremos mediante gráficos estadísticos circulares el porcentaje de las respuestas de las personas encuestadas.

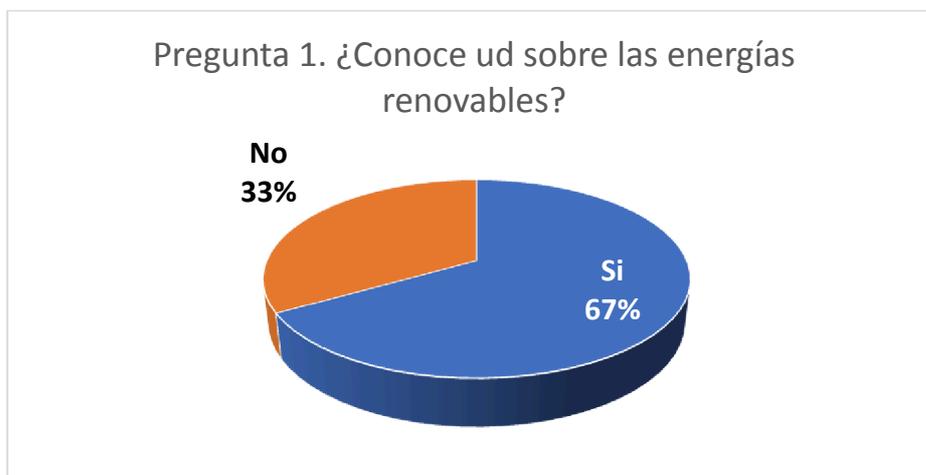


Ilustración 28: Gráfico estadístico pregunta 1 de la encuesta  
Elaborado por: Parrales Bailón Jairo Javier – Rivera Sánchez John Valentín

Tabla 1: Resultados estadísticos pregunta 1 de la encuesta  
Elaborado por: Parrales Bailón Jairo Javier – Rivera Sánchez John Valentín

OPCIONES	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	PORCENTAJE
Si	49	0,67	67%
No	24	0,33	33%
<b>Total</b>	73	1	100%

### **Interpretación de resultados:**

Como podemos observar en la pregunta 1 de la encuesta nos indica que, de 73 personas encuestadas, el 67% que equivale a 49 individuos sí tienen conocimientos sobre las energías renovables mientras que el 33% que equivale a 24 individuos no tienen conocimientos sobre energías renovables.

Podemos concluir que, la mayoría de individuos sí tienen conocimientos sobre energías renovables.

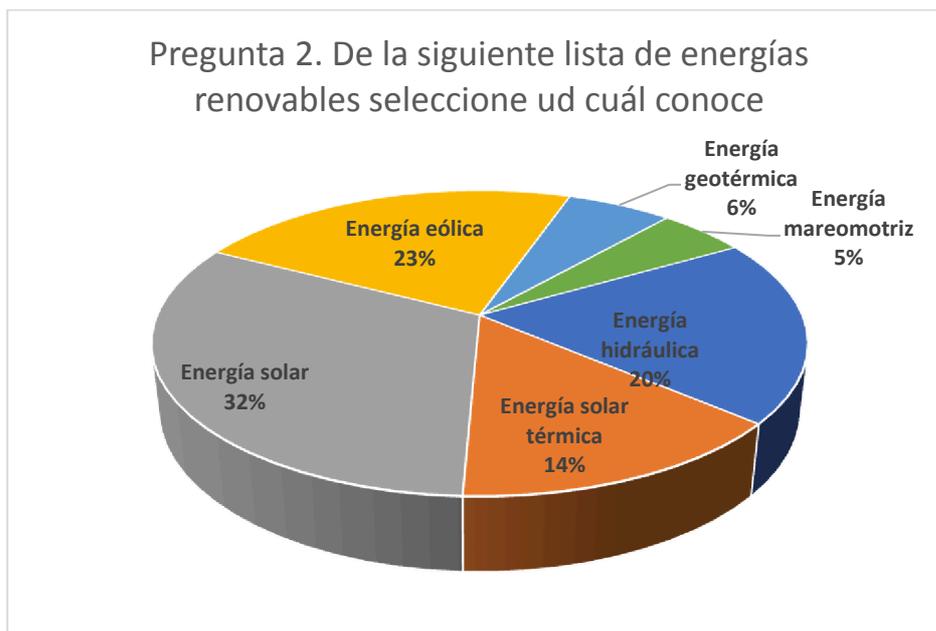


Ilustración 29: Gráfico estadístico pregunta 2 de la encuesta  
Fuente: Pinales Bailón Jairo Javier – Rivera Sánchez John Valentín

Tabla 2: Resultados estadísticos pregunta 2 de la encuesta  
Fuente: Pinales Bailón Jairo Javier – Rivera Sánchez John Valentín

OPCIONES	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	PORCENTAJE
Energía hidráulica	24	0,20	20%
Energía solar térmica	17	0,14	14%
Energía solar	38	0,32	32%
Energía eólica	28	0,23	23%
Energía geotérmica	7	0,06	6%
Energía mareomotriz	6	0,05	5%
<b>Total</b>	<b>120</b>	<b>1</b>	<b>100%</b>

### Interpretación de resultados:

Como nos indica la pregunta 2, el 20% de los encuestados que equivale a 24 individuos seleccionaron tener conocimientos en energía hidráulica, un 14% que equivale a 17 individuos escogieron energía solar térmica, un 32% que equivale a 38

individuos prefirieron energía solar, un 23% que corresponde a 28 individuos eligieron energía eólica, un 6% que equivale a 7 individuos optaron por energía geotérmica y por último un 5% que corresponde a 6 individuos seleccionaron energía mareomotriz.

Para concluir, podemos ver que la mayoría de las personas tienen más conocimientos en energía solar.

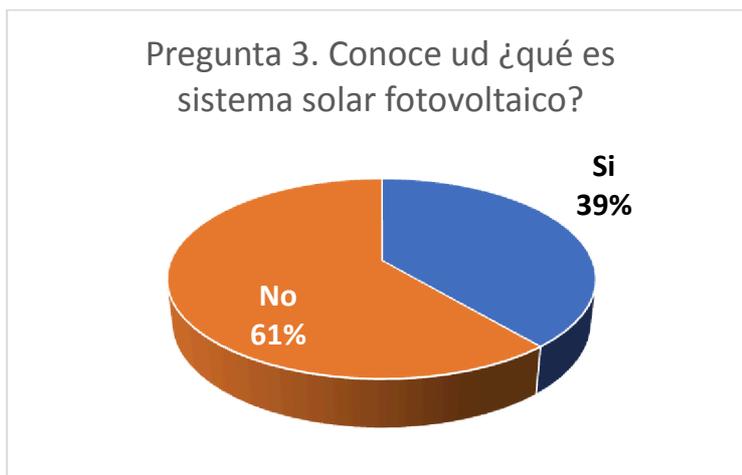


Ilustración 30: Gráfico estadístico pregunta 3 de la encuesta  
Fuente: PARRALES BAILÓN JAIRÓ JAVIER – RIVERA SÁNCHEZ JOHN VALENTÍN

Tabla 3: Resultados estadísticos pregunta 3 de la encuesta  
Fuente: PARRALES BAILÓN JAIRÓ JAVIER – RIVERA SÁNCHEZ JOHN VALENTÍN

OPCIONES	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	PORCENTAJE
<b>Si</b>	28	0,39	39%
<b>No</b>	45	0,61	61%
<b>Total</b>	73	1	100%

### Interpretación de resultados:

En la pregunta 3 indica que, de las 73 personas encuestadas, el 39% que equivale a 28 individuos escogieron si conocer qué es un sistema solar fotovoltaico y un 61% que equivale a 45 individuos seleccionaron no conocer qué es un sistema solar fotovoltaico.

Como conclusión, nos damos cuenta de que la mayoría de individuos no conocen sobre el sistema solar fotovoltaico.

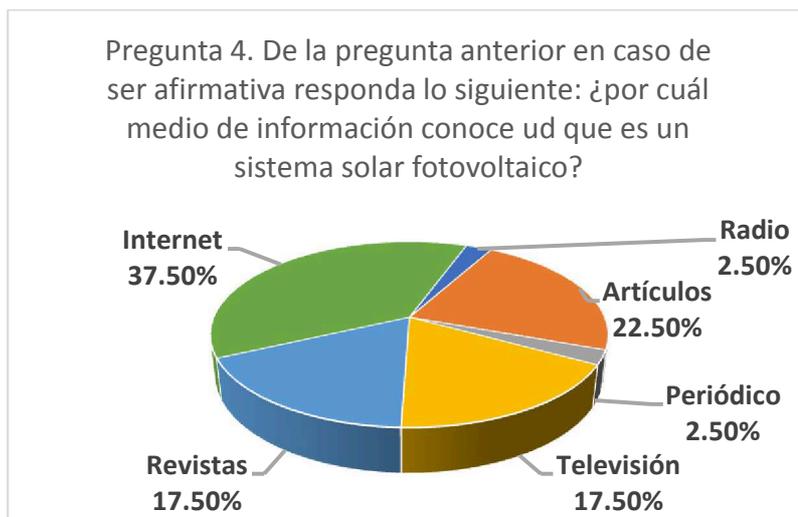


Ilustración 31: Gráfico estadístico pregunta 4 de la encuesta  
Fuente: PARRALES BAILÓN JAIRO JAVIER – RIVERA SÁNCHEZ JOHN VALENTÍN

Tabla 4: Resultados estadísticos pregunta 4 de la encuesta  
Fuente: PARRALES BAILÓN JAIRO JAVIER – RIVERA SÁNCHEZ JOHN VALENTÍN

OPCIONES	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	PORCENTAJE
Radio	2	0,025	2,5%
Artículos	19	0,225	22,5%
Periódico	2	0,025	2,5%
Televisión	15	0,175	17,5%
Revistas	15	0,175	17,5%
Internet	32	0,375	37,5%
<b>Total</b>	<b>85</b>	<b>1</b>	<b>100%</b>

### **Interpretación de resultados:**

En la pregunta 4, el 2,5% que equivale a 2 individuos seleccionaron radio, mientras que un 22,5% que equivale a 19 individuos escogieron artículos, asimismo un 2,5% que equivale a 2 individuo escogió periódico, luego un 17,5% que equivale a 15 individuos optaron por televisión, otro 17,5% que equivale también a 15 individuos eligieron revistas y un 37,5% que equivale a 32 individuos eligieron internet.

Por lo tanto, como nos damos cuenta el internet es el medio más común por el cual la gran mayoría de individuos tienen más conocimientos sobre sistema solar fotovoltaico.

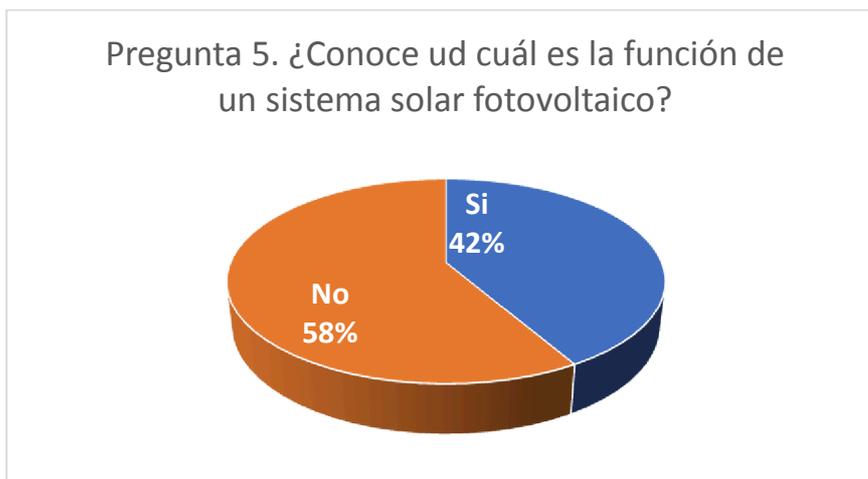


Ilustración 32: Gráfico estadístico pregunta 5 de la encuesta  
Fuente: PARRALES BAILÓN JAIRO JAVIER – RIVERA SÁNCHEZ JOHN VALENTÍN

Tabla 5: Resultados estadísticos pregunta 5 de la encuesta  
Fuente: PARRALES BAILÓN JAIRO JAVIER – RIVERA SÁNCHEZ JOHN VALENTÍN

OPCIONES	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	PORCENTAJE
Si	31	0,42	42%
No	42	0,58	58%
<b>Total</b>	<b>73</b>	<b>1</b>	<b>100%</b>

### Interpretación de resultados:

De la pregunta 5 de la encuesta, de los 73 encuestados un 42% que equivale a 31 individuos eligieron sí conocer la función de un sistema solar fotovoltaico, mientras que 58% que equivale a 42 individuos escogieron no conocer la función de un sistema solar fotovoltaico.

Por ende, consideramos que la mayoría de personas no tienen conocimientos suficientes sobre la función de un sistema solar fotovoltaico.

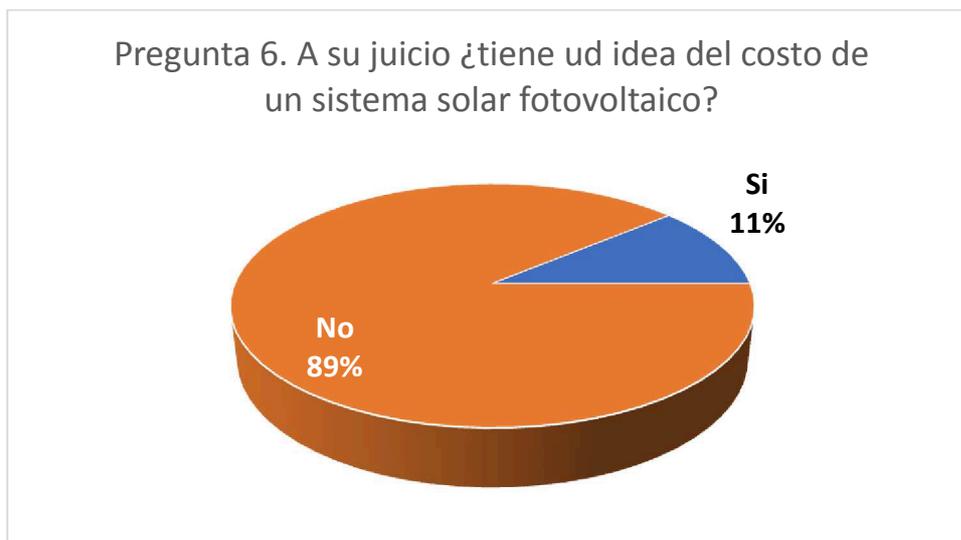


Ilustración 33: Gráfico estadístico pregunta 6 de la encuesta  
Fuente: Parrales Bailón Jairo Javier – Rivera Sánchez John Valentín

Tabla 6: Resultados estadísticos pregunta 6 de la encuesta  
Fuente: Parrales Bailón Jairo Javier – Rivera Sánchez John Valentín

OPCIONES	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	PORCENTAJE
Si	8	0,11	11%
No	65	0,89	89%
<b>Total</b>	<b>73</b>	<b>1</b>	<b>100%</b>

### Interpretación de resultados:

La pregunta 6 de la encuesta, nos muestra que, de 73 personas encuestadas, el 11% que equivale a 8 individuos seleccionaron si tener una idea del costo de un sistema solar fotovoltaico, mientras que el 89% que equivales a 65 individuos escogieron no tener idea del costo del sistema solar fotovoltaico.

Como podemos observar la gran mayoría de personas no tienen una idea clara y concisa del costo de un sistema solar fotovoltaico.

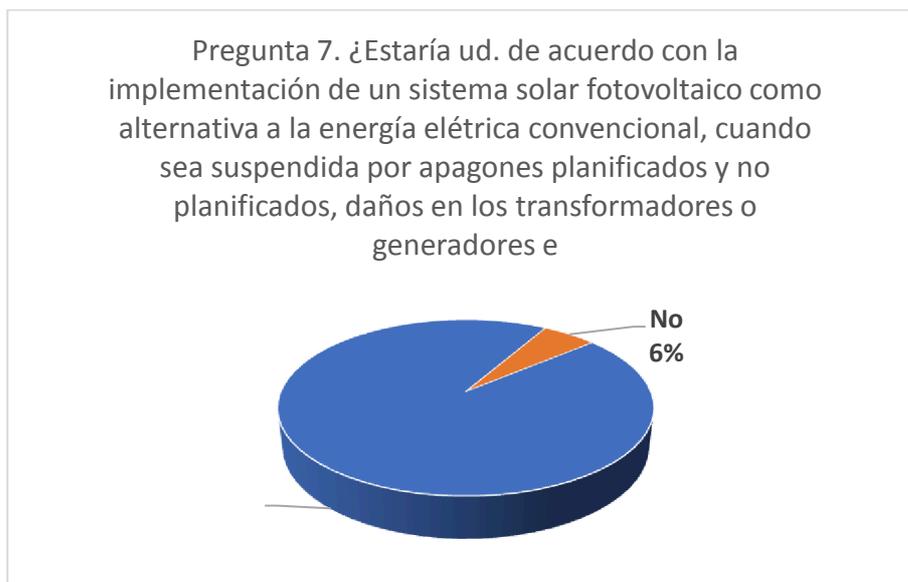


Ilustración 34: Gráfico estadístico pregunta 7 de la encuesta  
Fuente: Parrales Bailón Jairo Javier – Rivera Sánchez John Valentín

Tabla 7: Resultados estadísticos pregunta 7 de la encuesta  
Fuente: Parraes Bailón Jairo Javier – Rivera Sánchez John Valentín

OPCIONES	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	PORCENTAJE
<b>Si</b>	69	0,94	94%
<b>No</b>	4	0,06	6%
<b>Total</b>	73	1	100%

### Interpretación de resultados:

En la pregunta 7 de la encuesta, asimismo, de 73 encuestados, el 94% que equivale a 69 individuos eligieron estar de acuerdo con la implementación del sistema solar fotovoltaico, y un 6% que equivale a 4 individuos escogieron no estar de acuerdo con la implementación.

Como conclusión, los encuestados si están de acuerdo con que se implemente el sistema solar fotovoltaico, por lo tanto, se procederá con los procesos respectivos para su posterior implementación.

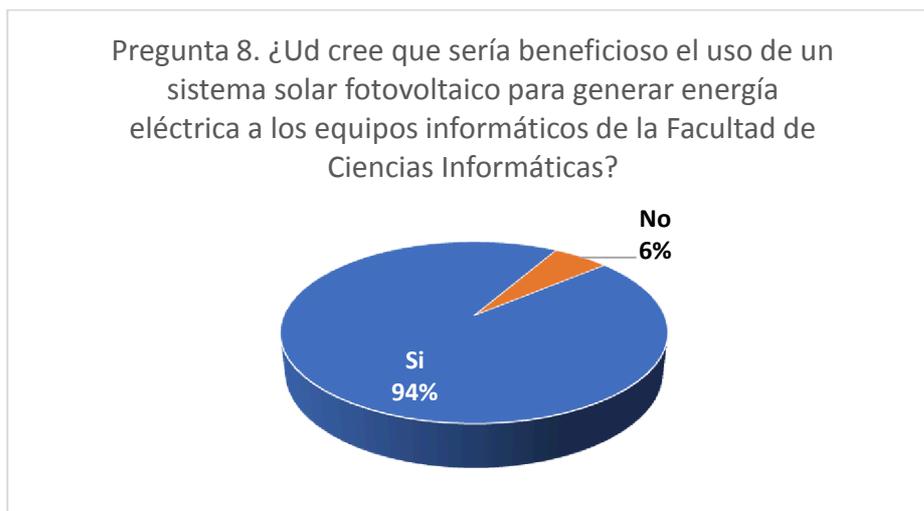


Ilustración 35: Gráfico estadístico pregunta 8 de la encuesta  
Fuente: PARRALES BAILÓN JAIRO JAVIER – RIVERA SÁNCHEZ JOHN VALENTÍN

Tabla 8: Resultados estadísticos pregunta 8 de la encuesta  
Fuente: PARRALES BAILÓN JAIRO JAVIER – RIVERA SÁNCHEZ JOHN VALENTÍN

OPCIONES	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	PORCENTAJE
Si	69	0,94	94%
No	4	0,06	6%
<b>Total</b>	<b>73</b>	<b>1</b>	<b>100%</b>

### Interpretación de resultados:

En la pregunta 8 de la encuesta, de los 73 encuestados, el 94% que equivale a 69 individuos seleccionaron que sí sería beneficioso el uso de un sistema solar fotovoltaico, mientras que el 6% que equivale a solo 4 individuos eligieron no sería beneficioso el uso de este sistema solar.

Por lo que podemos observar la gran mayoría creen que sí sería beneficioso el uso de esta energía renovable.

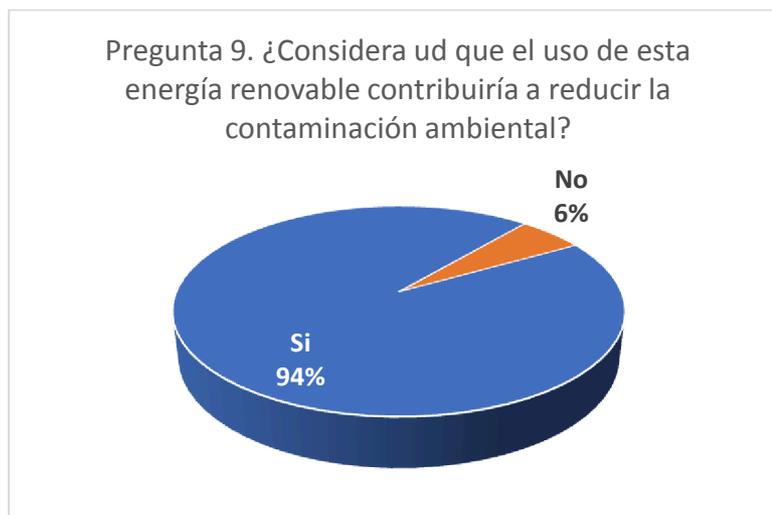


Ilustración 36: Gráfico estadístico pregunta 9 de la encuesta  
Fuente: PARRALES BAILÓN JAIRO JAVIER – RIVERA SÁNCHEZ JOHN VALENTÍN

Tabla 9: Resultados estadísticos pregunta 9 de la encuesta  
Fuente: PARRALES BAILÓN JAIRO JAVIER – RIVERA SÁNCHEZ JOHN VALENTÍN

OPCIONES	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	PORCENTAJE
Si	69	0,94	94%
No	4	0,06	6%
<b>Total</b>	<b>73</b>	<b>1</b>	<b>100%</b>

### Interpretación de resultados:

En la pregunta 9 de la encuesta, de los 73 encuestados, el 94% que equivale a 69 individuos optaron por considerar que el uso de esta energía renovable sí contribuiría a reducir la contaminación ambiental, mientras que el 6% que equivale a 4 individuos eligieron que no contribuiría a reducir la contaminación ambiental.

Por lo tanto, vemos que la gran mayoría de encuestados si están de acuerdo con que el uso de esta energía renovable si contribuiría a reducir el daño ambiental a nuestro planeta.

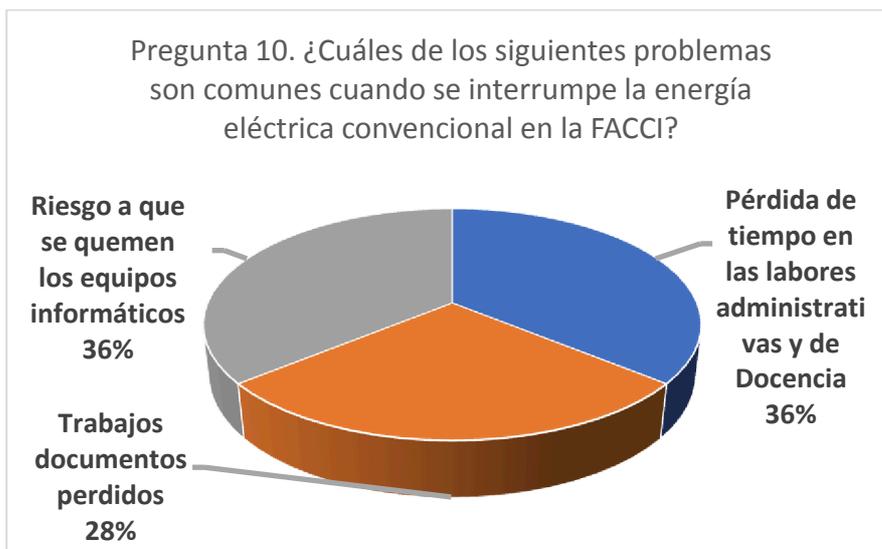


Ilustración 37: Gráfico estadístico pregunta 10 de la encuesta  
Fuente: PARRALES BAILÓN JAIRO JAVIER – RIVERA SÁNCHEZ JOHN VALENTÍN

Tabla 10: Resultados estadísticos pregunta 10 de la encuesta  
Fuente: PARRALES BAILÓN JAIRO JAVIER – RIVERA SÁNCHEZ JOHN VALENTÍN

OPCIONES	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	PORCENTAJE
Pérdida de tiempo en las labores administrativas y de Docencia.	41	0,36	36%
Trabajos documentos perdidos	33	0,28	28%
Riesgo a que se quemen los equipos informáticos	41	0,36	36%
<b>Total</b>	<b>115</b>	<b>1</b>	<b>100%</b>

### **Interpretación de resultados:**

En la pregunta 12 de la encuesta, el 36% de los encuestados que equivale a 41 individuos eligieron que los problemas más comunes cuando se interrumpe la electricidad convencional en la FACCI es la pérdida de tiempo en las labores administrativas y de docencia y también asimismo el riesgo a que se quemen los equipos informáticos, mientras que el 28% que equivale a 33 individuos optaron por los trabajos documentados perdidos.

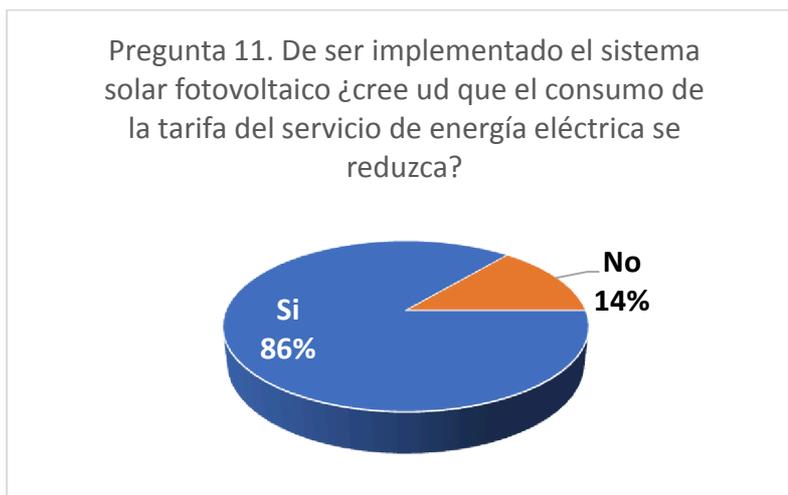


Ilustración 38: Gráfico estadístico pregunta 11 de la encuesta  
Fuente: Parrales Bailón Jairo Javier – Rivera Sánchez John Valentín

Tabla 11: Resultados estadísticos pregunta 11 de la encuesta  
Fuente: Parrales Bailón Jairo Javier – Rivera Sánchez John Valentín

OPCIONES	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	PORCENTAJE
<b>Si</b>	63	0,86	86%
<b>No</b>	10	0,14	14%
<b>Total</b>	73	1	100%

### Interpretación de resultados:

La pregunta 11 de la encuesta nos indica que, de los 73 encuestados, el 86% que equivale a 63 individuos escogieron que sí se reduciría el consumo de la tarifa de servicio de energía eléctrica, mientras que el 14% que equivale a 10 individuos optaron por considerar que la tarifa del servicio de energía eléctrica no se reduciría.

Por ende, la gran mayoría de encuestados sí están de acuerdo que el sistema solar fotovoltaico ayudaría a reducir la tarifa del servicio de energía eléctrica.

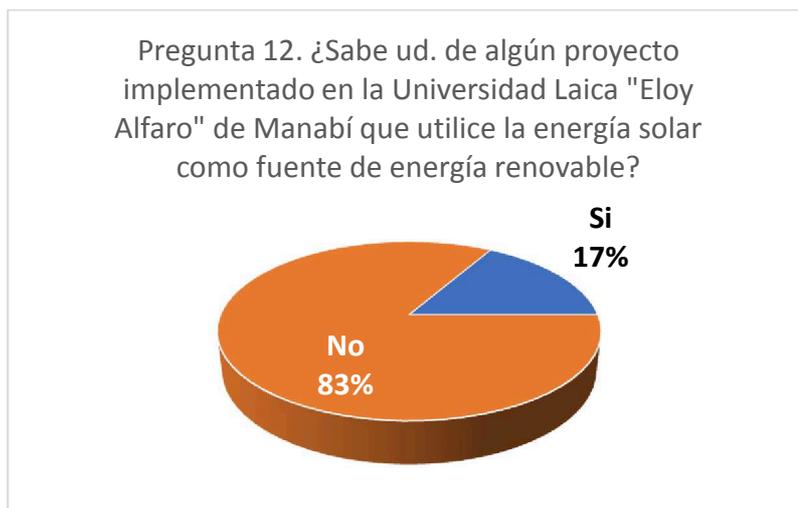


Ilustración 39: Gráfico estadístico pregunta 12 de la encuesta  
Fuente: PARRALES BAILÓN JAIRO JAVIER – RIVERA SÁNCHEZ JOHN VALENTÍN

Tabla 12: Resultados estadísticos pregunta 12 de la encuesta  
Fuente: PARRALES BAILÓN JAIRO JAVIER – RIVERA SÁNCHEZ JOHN VALENTÍN

OPCIONES	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	PORCENTAJE
<b>Si</b>	12	0,17	17%
<b>No</b>	61	0,83	83%
<b>Total</b>	73	1	100%

### Interpretación de resultados:

En la pregunta 12 de la encuesta nos encontramos que, de 73 encuestados, el 17% que equivale a 12 individuos escogieron sí conocer de algún proyecto implementado en la ULEAM, mientras que el 83% que equivale a 61 individuos eligieron no conocer de proyecto alguno implementado en la ULEAM.

Por lo que, la gran mayoría de encuestados no conocen de un proyecto implementado en la ULEAM que use energía solar como fuente de energía renovable.

### 2.9.2. Informe final del análisis de los resultados

Gracias a las tabulaciones realizadas en las encuestas, siguiendo el objetivo de medir el grado de conocimientos que tienen los individuos con respecto al sistema solar fotovoltaico y temas relacionados a éstos, nos pudimos dar cuenta de que ese grado de conocimiento es medio bajo. Sacamos esa conclusión por las razones expuestas a continuación:

- A pesar de que el 67% de los encuestados si tienen conocimientos sobre energías renovables, el 61% no conocen a fondo lo que es un sistema solar fotovoltaico, de igual manera el 58% desconocen la función del sistema solar fotovoltaico y el 89% no tienen una idea clara y concisa de cuánto costaría el sistema solar fotovoltaico.
- También hay que recalcar que el 83% de los encuestados no conocen sobre algún proyecto implementado en la ULEAM que utilice la energía solar como fuente de energía renovable.

Por otro lado, los encuestados también muestran su apoyo a la implementación del sistema solar fotovoltaico, ya que, en primer lugar, el 94% de los encuestados están de acuerdo con la implementación de dicho sistema, ya que el 94% de los encuestados creen que si sería beneficioso utilizar este tipo de energía renovable y que ayudaría a reducir la contaminación ambiental de nuestro planeta.

Como conclusión a la información recabada, podemos considerar que la implementación del sistema solar fotovoltaico originará impactos y cambios positivos en los individuos que laboran y usan el laboratorio de Electrónica y Sistemas Digitales de la Facultad de Ciencias Informáticas de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí.

## **CAPITULO III**

# **DISEÑO DE LA PROPUESTA**

### **3.1. Introducción**

En este capítulo explicaremos la propuesta del sistema solar fotovoltaico, empezando por una fase de planificación, dentro del cual se tratarán cotizaciones, presupuestos; luego vendría la fase del diseño, en el cual abarcaría los detalles técnicos de cada componente, cuáles son sus funciones, un esquema electrónico del sistema, etc.; en la fase del ensamblaje, se verá de qué manera los componentes se van uniendo unos a otros para ir formando poco a poco el sistema y, por último, en la fase de la implementación, se implementará el sistema completo en el escenario destinado y así darle seguimiento y monitoreo al sistema solar fotovoltaico.

### **3.2. Descripción de la propuesta**

Nuestra propuesta se trata de diseñar, ensamblar e implementar un sistema solar fotovoltaico, que constará de dos paneles solares, una batería, un inversor, un controlador, un breque, una caja de material plástico reforzado, cable concéntrico; todo esto bajo una planificación adecuada para la situación actual económica y el tiempo.

### **3.3. Etapas de la propuesta**

#### **3.3.1. Fase I – Planificación**

En esta parte de la documentación vamos a detallar la planificación para organizar el desarrollo del presente proyecto de titulación. Esta fase constará de estudios de precios, recursos y gastos.

##### **3.3.1.1. Metodología**

Para realizar el diseño del sistema solar fotovoltaico es necesario conocer las características y el funcionamiento de los distintos componentes que conforman la instalación, para esto se realizará una investigación de fuentes bibliográficas y páginas de Internet, con la finalidad de comprender los aspectos básicos de la generación de electricidad a partir de celdas solares y los principios de funcionamiento de éstas y de los paneles, reguladores de carga, inversores y demás elementos que conforman el sistema.

Como un complemento en la etapa de diseño del sistema, se espera realizar consultas a profesionales con experiencia en el tratamiento de este tipo de tecnologías, que puedan brindar una visión realista de los principales aspectos de la generación eléctrica a partir de sistemas solares fotovoltaicos en la actualidad.

La investigación sobre los equipos fotovoltaicos disponibles actualmente en el mercado y sus principales características, se realizará básicamente ingresando a los sitios web de los principales distribuidores de este tipo de componentes, que generalmente brindan información explícita sobre los aspectos más relevantes de los equipos en cuestión (eficiencia, capacidad, costos, etc.).

Para la estimación de la carga conectada en el laboratorio de Electrónica y Sistemas Digitales de la Facultad de Ciencias Informáticas de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, ya se tienen en cuenta los tipos de elementos que se tendrán a consideración que son PC de escritorio (incluye CPU, monitor, teclado y mouse), laptop o notebook y, si es posible, un teléfono inteligente (smartphone). Es necesario establecer un promedio de la potencia que consume cada aparato, así como de la cantidad de horas que se utiliza diariamente cada uno de dichos equipos, para determinar de esta forma cuál es la carga total que se requiere alimentar a partir del sistema generador fotovoltaico. Para este cálculo, deberán aproximarse también las posibles pérdidas que se dan en el sistema (pérdidas en cables, eficiencia de los componentes).

Finalmente, el cálculo del presupuesto se realiza en base a los precios promedio de los equipos más favorables a los fines del proyecto, incluyendo además

una estimación de los gastos adicionales derivados de la instalación, administración y otros gastos generales. (Prado Mora, 2008)

### 3.3.1.2. Detalle de presupuestos y gastos

A continuación, se detallan todos los gastos y presupuesto aproximados que generaría este proyecto integrador. Con respecto al presupuesto, se ha hecho una investigación, analizando las características de cada componente que va a integrar el sistema solar fotovoltaico.

Tabla 13: Detalle de presupuesto y gastos del proyecto

Fuente: PARRALES Bailón Jairo Javier – RIVERA Sánchez John Valentín

COMPONENTE	CARACTERÍSTICA	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	SUBTOTAL (incluye IVA)
Panel solar	Paneles solares monocristalinos marca SHELL con capacidad de 75W.	2	\$300	\$600
Batería	Marca RITAR tipo VRLA AGM de 12V 40 Amp de ciclo profundo.	1	\$200	\$200
Controlador regulador de carga	Marca ECOTERM pocos 12V 14 Amp.	1	\$360	\$360
Inversor	Entrada de voltaje de 12V DC, salida de voltaje de 110V-120V AC. Capacidad aproximada de 300W – 500W.	1	\$300	\$300
Caja de plástico reforzado	Posee medidas de 56cm de largo, 39cm de ancho y 34cm de profundidad.	1	\$100	\$100
Cable	Cable concéntrico número 12.	15 metros	\$2,15 c/metro	\$32,25
Servicio transporte por envío	Estos servicios son recargos adicionales por el envío de los componentes		\$38	\$38
Gastos por movilización	Gasto por movilización en bus y		\$15	\$15

	en taxi			
Otros gastos	Gastos derivados de impresiones, anillados, compra CD, etc.		\$30	\$30
<b>TOTAL</b>				<b>\$1675,25</b>

### 3.3.1.3. *Propósito del proyecto*

El propósito de este documento es brindarle al usuario o a las personas implicadas dentro de la problemática del proyecto de titulación, información necesaria sobre la estructura del proyecto como tal, mostrando así los procesos realizados para llegar a diseñar, ensamblar e implementar un Sistema Solar Fotovoltaico.

### 3.3.1.4. *Control de calidad*

Para asegurar un adecuado control de calidad en el proyecto, se deberán de revisar los entregables continuamente para poder verificar si están conformes, es decir, si se están realizando de acuerdo con lo planificado.

### 3.3.1.5. *Aseguramiento de la calidad*

Para poder tener un adecuado aseguramiento de la calidad en todo el proyecto se deberá de monitorear diariamente los trabajos y entidades a realizarse en cada entregable, además de los resultados obtenidos del control de calidad.

## 3.3.2. Fase II – Diseño

En la segunda etapa del desarrollo de nuestra propuesta se realizarán los diseños para la implementación del sistema solar fotovoltaico, al momento de realizar el diseño de cualquier instalación es necesario adquirir la información que

nos permitirá realizar los cálculos respectivos para el dimensionamiento de todos los elementos a implementar.

### 3.3.2.1. Características eléctricas de la carga

La instalación solar fotovoltaica debe alimentar una carga eléctrica de las siguientes características:

- ✚ Potencia: 400W
- ✚ Voltaje: 13.5V
- ✚ Frecuencia: 60Hz.
- ✚ Fase: monofásica
- ✚ Consumo de energía diario: 0.526KWh/semana. (5 días laborables)

Para dimensionar los equipos de la instalación solar fotovoltaica es necesario conocer y comprender el comportamiento de la carga eléctrica que se va a alimentar. La instalación solar fotovoltaica proyectada en este trabajo final debe alimentar las siguientes cargas:

- Un computador de escritorio.
- Una laptop.
- Smartphone.
- Una tablet.
- Impresora.

Tabla 14: Nomenclaturas

Descripción	Nomenclatura	Símbolo
Potencia unitaria	Vatios	W
Potencia instantánea por unidad de tiempo	Vatios hora	Wh
Corriente entregada por unidad de tiempo	Amperio hora	Ah
Potencia por unidad de superficie	Vatios/Metro	W/m <sup>2</sup>
Irradiación solar	Hora Pico Solar	HPS

Potencia por unidad de tiempo y superficie	Vatios hora/metro	Wh/ m2
Rendimiento de la batería	Porcentaje de rendimiento	$\eta$ Bat.
Rendimiento del inversor	Porcentaje de rendimiento	$\eta$ Inv.
Consumo medio de energía diario	Vatios Hora/ Día	Wh/día
Consumo de corriente medio en el día	Amperio Hora/ Día	C.Bat.
Profundidad de descarga de la batería	A Dimensional	Pdmax.

### 3.3.2.2. Símbolos utilizados en los esquemas del diseño

El plano o esquema de los símbolos, muestra las convenciones utilizadas para representar los equipos que hacen parte del diseño.

#### SÍMBOLOS

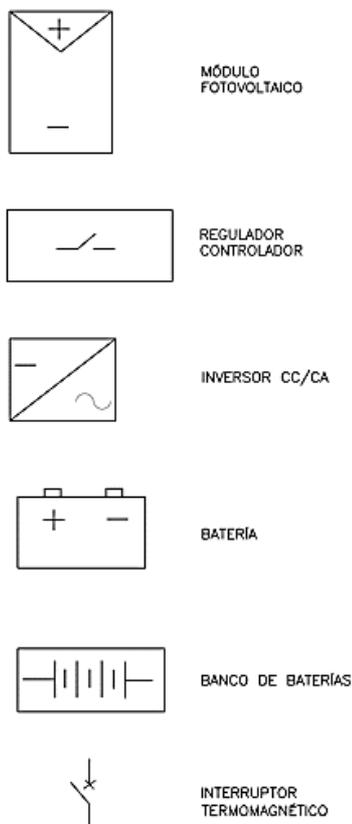


Ilustración 40: Símbolos utilizados en los esquemas del diseño

### 3.3.2.3. Diagrama unifilar del sistema fotovoltaico

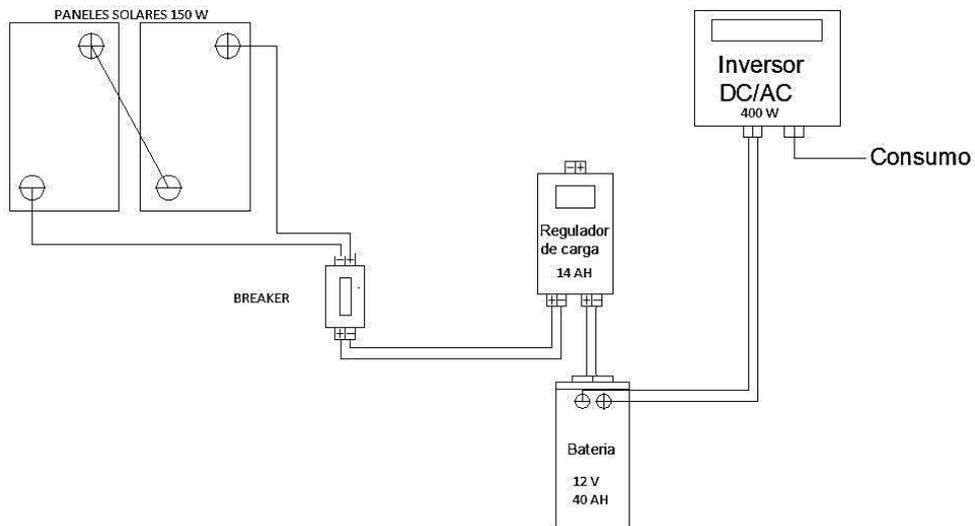


Ilustración 41: Diagrama unifilar del sistema fotovoltaico  
Fuente: Parrales Bailón Jairo Javier – Rivera Sánchez John Valentín

### 3.3.2.4. Diseño de la caja de distribución

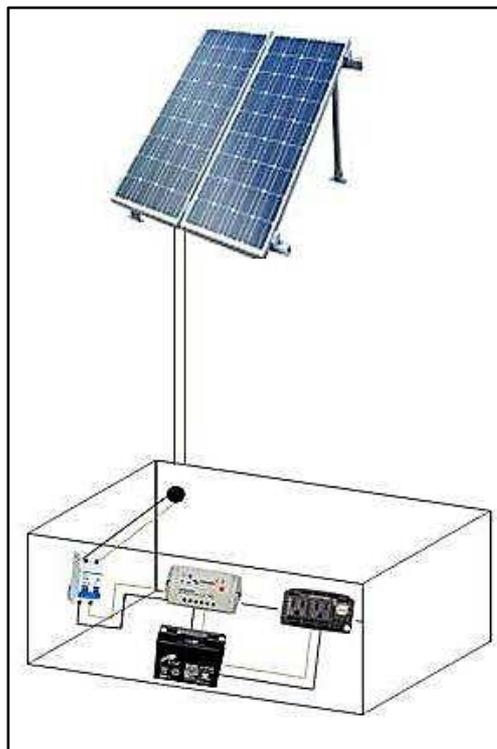


Ilustración 42: Diseño de la caja donde se implementarán los elementos electrónicos.

### 3.3.2.5. Cálculos técnicos

#### 3.3.2.5.1. PC de escritorio

Una computadora de escritorio trabaja como promedio con potencia de 100w por hora a 12V por la corriente continua que genera la fuente de poder.

Teniendo esos datos, tendríamos que calcular el amperaje promedio consumido por el equipo en una hora; dicho valor nos indicará de cuántos amperios debe oscilar la batería.

$$I_{PC} = \frac{P_{PC}}{V_{PC}}$$

*Ecuación 2: Fórmula para hallar la corriente en una hora  
Fuente: Parrales Bailón Jairo Javier – Rivera Sánchez John Valentín*

Donde:

- I es la corriente que se va hallar.
- P es la potencia promedio generada por el equipo en una hora y,
- V es el voltaje de tensión.

*Cuadro 2: Datos para hallar corriente de pc en una hroa  
Fuente: Parrales Bailón Jairo Javier – Rivera Sánchez John Valentín*

$$I_{PC} = \frac{100Wh}{12V}$$

$$I_{PC} = 8.33Ah$$

$$I_{PC} \cong 8Ah$$

Este resultado nos indica la cantidad de amperaje promedio que consume un pc de escritorio en una hora; ahora bien, si consideramos que el pc tiene un uso de 5

horas, multiplicamos esas horas por el amperaje anteriormente hallado, tendremos a continuación:

$$I_{PC} = 8Ah$$

$$\text{En 5 horas } I_{PC} = 8A * 5h$$

$$I_{PC} = 40Ah$$

Basándonos en el resultado, con una batería de 12 voltios a 40 amperios sería el adecuado para el tiempo estimado de uso, en este caso, 5 horas.

Por otro lado, necesitamos hallar el consumo total diario promedio del pc y para esto consideraremos que, aparte de las 5 horas de uso, también se lo usa 5 días laborables a la semana, por lo que la fórmula de consumo diario denotada por  $Q_m$ , quedaría de la siguiente manera:

$$Q_{m_{PC}} = \frac{W_{PC} * C_{diario} * C_{semanal}}{F_{conversión} * V_{sistema}}$$

Ecuación 3: Fórmula para consumo diario del PC

**Donde:**

**$C_{diario}$  = Cantidad de horas utilizado al día, es decir, 5 h/día.**

**$C_{semanal}$  = Cantidad de días utilizado a la semana, es decir, 5 día/semana.**

**$F_{conversión}$  = Factor para convertir AC/DC, el mínimo es 0.85**

**$V_{sistema}$  = Tensión del sistema, para el proyecto es de 13.5V**

Cuadro 3: Datos para hallar el consumo total diario de los componentes a usar en el sistema fotovoltaico

Reemplazando se tiene:

$$Q_{m_{PC}} = \frac{(100W) * (5 h/día) * (5 día/semana)}{(0.85) * (13.5V)}$$

$$Q_{m_{PC}} = \frac{2500W h/semana}{11.475}$$

$$Q_{m_{PC}} = 217.86W h/semana$$

Transformando a KWh, se tiene:

$$Qm_{PC} = 0.218KW \text{ h/semana}$$

Ahora procederemos a realizar de nuevo el cálculo, pero de un consumo mensual que serían 20 días laborables al mes, para así posteriormente calcular el ahorro económico, con la tarifa de 0,091 centavos de dólar por KWh al mes que es la tarifa oficial para Ecuador:

$$Qm_{PC} = \frac{(100W) * (5 \text{ h/día}) * (20 \text{ día/mes})}{(0.85) * (13.5V)}$$

$$Qm_{PC} = \frac{10000W \text{ h/mes}}{11.475}$$

$$Qm_{PC} = 871.46W \text{ h/mes}$$

$$Qm_{PC} = 0.871KW \text{ h/mes}$$

Una vez hallado ya el valor consumo promedio al mes, se procede a calcular el costo, de la siguiente manera:

$$1KWh = 0.091ctvos \text{ de dólar}$$

$$0.871KWh = (0.871) * (0.091) = 0.08ctvos \text{ de dólar}$$

Este último resultado nos indica que, usando el sistema solar fotovoltaico para cargar el computador de escritorio, 5 horas al día por 20 días al mes, se generaría un ahorro económico de 0.08 centavos de dólar.

### 3.3.2.5.2. Laptop

Una laptop común tiene una entrada de 19 Voltios y 4.48 Amperios de promedio en el transformador. Sabemos que:

$$P_{laptop} = V_{laptop} * I_{laptop}$$

*Ecuación 4: Fórmula para calcular potencia en una hora*  
Fuente: Parrales Bailón Jairo Javier – Rivera Sánchez John Valentín

Donde:

**$P_{laptop}$  = Watts promedio que consume una laptop por hora**

**$V_{laptop}$  = Voltaje promedio de una laptop, es decir, 19 V**

**$I_{laptop}$  = Corriente promedio de una laptop, es decir, 4.48 A**

*Cuadro 4 Datos de voltaje y corriente promedio de una laptop  
Fuente: PARRALES BAILÓN JAIRO JAVIER – RIVERA SÁNCHEZ JOHN VALENTÍN*

Entonces:

$$P_{laptop} = 19V * 4.48A$$

$$P_{laptop} = 85.12 W$$

Si se considera que el periodo de carga de una sola laptop será de 5 horas de uso al día.

Entonces, el consumo total diario ( $Q_m$ ), viene dado por la siguiente ecuación:

$$Q_{m_{laptop}} = \frac{P_{laptop} * C_{diario} * C_{semanal}}{F_{conversión} * V_{sistema}}$$

*Ecuación 5: Fórmula consumo total diario de una laptop*

**Donde:**

**$C_{diario}$  = Cantidad de horas utilizado al día, es decir, 5 h/día.**

**$C_{semanal}$  = Cantidad de días utilizado a la semana, es decir, 5 día/semana.**

**$F_{conversión}$  = Factor para convertir DC/AC, el mínimo es 0.85**

**$V_{sistema}$  = Tensión del sistema, para el proyecto es de 13.5V**

Reemplazando tenemos:

$$Q_{m_{laptop}} = \frac{(85.12W) * (5 h/día) * (5 día/semana)}{(0.85) * (13.5V)}$$

$$Qm_{laptop} = \frac{2128W \text{ h/semana}}{11.475}$$

$$Qm_{laptop} = 185.45W \text{ h/semana}$$

Transformándolo en KWh tendremos:

$$Qm_{laptop} = 0.185KW \text{ h/semana}$$

Lo que tenemos es un resultado que nos muestra que el consumo aproximado de una laptop por 5 horas de uso, en 5 días a la semana es de 185.45W y, en KW, 0.185KW. Ahora bien, como bien se sabe, en Ecuador el precio del KWh está a un valor de 0.091 centavos de dólar, por lo que se realizará de nuevo el cálculo para 20 días que harían un mes de consumo:

$$Qm_{laptop} = \frac{(85.12W) * (5 \text{ h/día}) * (20 \text{ día/mes})}{(0.85) * (13.5V)}$$

$$Qm_{laptop} = \frac{8512W \text{ h/mes}}{11.475}$$

$$Qm_{laptop} = 741.8W \text{ h/mes}$$

$$Qm_{laptop} = 0.742KW \text{ h/mes}$$

Ahora calcularemos el costo:

$$1KWh = 0.091 \text{ ctvos de dólar}$$

$$0.742KWh = (0.742) * (0.091) = 0.07 \text{ ctvos de dólar}$$

Como se indica el resultado final, 0.07 centavos de dólar es el ahorro que se generaría usando el sistema fotovoltaico.

### 3.3.2.5.3. Celulares inteligentes

Para los celulares inteligentes, al parecer existe un estándar de tensión y amperaje que son, 5V y 500mA respectivamente; sin embargo, mA debemos convertirlo a A, por lo que nos da un resultado de 0.5A. A continuación, se procede a realizar el cálculo técnico:

$$P_{celular} = V_{celular} * I_{celular}$$

Ecuación 6: Fórmula para potencia de celulares

$$P_{celular} = 5V * 0.5A$$

$$P_{celular} = 2.5W$$

Calcularemos el consumo total diario del consumo promedio, por lo que se considera 5 horas y 5 días a la de la semana:

$$Qm_{celular} = \frac{P_{celular} * C_{diario} * C_{semanal}}{F_{conversión} * V_{sistema}}$$

**Donde:**

**$C_{diario}$  = Cantidad de horas utilizado al día, es decir, 5 h/día.**

**$C_{semanal}$  = Cantidad de días utilizado a la semana, es decir, 5 día/semana.**

**$F_{conversión}$  = Factor para convertir DC/AC, el mínimo es 0.85**

**$V_{sistema}$  = Tensión del sistema, para el proyecto es de 13.5V**

$$Qm_{celular} = \frac{(2.5W) * (5 h/día) * (5 día/semana)}{(0.85) * (13.5V)}$$

$$Qm_{celular} = \frac{62.5W h/semana}{11.475}$$

$$Qm_{celular} = 5.45W h/semana$$

$$Qm_{celular} = 0.005KW h/semana$$

Ahora procederemos a realizar de nuevo el cálculo, pero de un consumo mensual que serían 20 días al mes, para así posteriormente calcular el ahorro económico:

$$Qm_{celular} = \frac{(2.5W) * (5 h/día) * (20 día/mes)}{(0.85) * (13.5V)}$$

$$Qm_{celular} = \frac{250W h/mes}{11.475}$$

$$Qm_{celular} = 21.79W h/mes$$

$$Qm_{celular} = 0.022KW h/mes$$

Ahora calcularemos el costo:

$$1KWh = 0.091ctvos de dólar$$

$$0.022KWh = (0.022) * (0.091) = 0.002ctvos de dólar$$

Como podemos observar, para los celulares no habría ahorro económico puesto que el valor que se obtiene del costo es casi imperceptible.

#### 3.3.2.5.4. Tablet

Por lo general, una tablet necesita 5V y 2A; ahora procederemos a calcular la potencia que genera en una hora con la siguiente ecuación:

$$P_{tablet} = V_{tablet} * I_{tablet}$$

Reemplazamos:

$$P_{tablet} = 5V * 2A$$

$$P_{tablet} = 10Wh$$

Ahora calcularemos el consumo promedio total diario con 5 horas y 5 días de utilización, denotado por  $Qm$  usaremos la siguiente ecuación:

$$Qm_{tablet} = \frac{P_{tablet} * C_{diario} * C_{semanal}}{F_{conversión} * V_{sistema}}$$

**Donde:**

**$C_{diario}$  = Cantidad de horas utilizado al día, es decir, 5 h/día.**

**$C_{semanal}$  = Cantidad de días utilizado a la semana, es decir, 5 día/semana.**

**$F_{conversión}$  = Factor para convertir DC/AC, el mínimo es 0.85**

**$V_{sistema}$  = Tensión del sistema, para el proyecto es de 13.5V**

$$Qm_{tablet} = \frac{(10W) * (5 h/día) * (5 día/semana)}{(0.85) * (13.5V)}$$

$$Qm_{tablet} = \frac{250W h/semana}{11.475}$$

$$Qm_{tablet} = 21.79W h/semana$$

$$Qm_{tablet} = 0.022KW h/semana$$

Ahora, nos concentraremos por calcular el consumo promedio mensual:

$$Qm_{tablet} = \frac{(10W) * (5 h/día) * (20 día/mes)}{(0.85) * (13.5V)}$$

$$Qm_{tablet} = \frac{1000W h/mes}{11.475}$$

$$Qm_{tablet} = 87.15W h/mes$$

$$Qm_{tablet} = 0.087KW h/mes$$

Una vez teniendo este dato, se procede a calcular el costo que se ahorraría con el sistema:

$$1KWh = 0.091ctvos de dólar$$

$$0.087KWh = (0.087) * (0.091) = 0.008ctvos de dólar$$

Al mes, hay un ahorro de 0.008 centavos de dólar utilizando el sistema solar fotovoltaico.

#### 3.3.2.5.5. Impresora

Por lo general la impresora emite un promedio de 12V de salida de corriente continua y 12 watts de potencia por hora: se va a calcular el amperaje que pasa por este dispositivo informático.

$$I_{impresora} = \frac{P_{impresora}}{V_{impresora}}$$

Reemplazando:

$$I_{impresora} = \frac{12W}{12V}$$

$$I_{impresora} = 1Ah$$

Procederemos a calcular el consumo total diario promedio de la impresora denotada por Qm, asimismo, 5 horas y 5 días de uso:

**Donde:**

$C_{diario}$  = Cantidad de horas utilizado al día, es decir, 5 h/día.

$C_{semanal}$  = Cantidad de días utilizado a la semana, es decir, 5 día/semana.

$F_{conversión}$  = Factor para convertir DC/AC, el mínimo es 0.85

$V_{sistema}$  = Tensión del sistema, para el proyecto es de 13.5V

$$Qm_{impresora} = \frac{(12W) * (5 h/día) * (5 día/semana)}{(0.85) * (13.5V)}$$

$$Qm_{impresora} = \frac{300W h/semana}{11.475}$$

$$Qm_{impresora} = 26.14W h/semana$$

$$Qm_{impresora} = 0.026KW h/semana$$

Ahora, procedemos a calcular los costos por KWh:

$$Qm_{ipresora} = \frac{(12W) * (5 h/día) * (20 día/mes)}{(0.85) * (13.5V)}$$

$$Qm_{impresora} = \frac{1200W h/mes}{11.475}$$

$$Qm_{impresora} = 104.58W h/mes$$

$$Qm_{impresora} = 0.105KW h/mes$$

$$1KWh = 0.091ctvos de dólar$$

$$0.105KWh = (0.105) * (0.091) = 0.01ctvos de dólar$$

Con el sistema se ahorraría al mes 0,01 centavos por cargar la impresora con el sistema solar fotovoltaico.

### 3.3.2.6. *Calculo de la potencia eléctrica de la instalación*

Para este trabajo la potencia tiene un valor de 400W, y corresponde al valor para la cual los equipos y toda la instalación debe estar diseñada, equivale al valor de la demanda máxima de energía que se pueda presentar en algún momento.

Tabla 15: Potencia eléctrica total de los equipos

Fuente: PARRALES BAILÓN JAIRO JAVIER – RIVERA SÁNCHEZ JOHN VALENTÍN.

DESCRIPCIÓN EQUIPO	CARGA (W)
Computador de escritorio	100
Laptop o notebook	85.12
Celular inteligente	2.5
Tablet	10
Impresora	12
<b>TOTAL</b>	<b>209.62</b>

Como podemos observar, el sistema abastecería la carga total que hacen todos esos equipos.

### 3.3.2.7. *Consumo eléctrico de la instalación*

El consumo eléctrico es la energía eléctrica demandada durante un tiempo dado; equivale a la potencia eléctrica aplicada durante un tiempo a un equipo o artefacto eléctrico para que este funcione. La energía eléctrica que consume un equipo (carga) se da en kilovatios-hora (KWh), y se obtiene de multiplicar la potencia que demanda para su operación, por el tiempo de funcionamiento.

$$E_i = P_i * t_i$$

Ecuación 7: Fórmula para hallar la energía consumida en un determinado periodo de tiempo

Fuente: PARRALES BAILÓN JAIRO JAVIER – RIVERA SÁNCHEZ JOHN VALENTÍN

Donde:

$E_i$  = consumo de energía eléctrica del equipo (carga)

$P_i$  = potencia requerida por el equipo  $i$ , en KW

$t_i$  = tiempo de funcionamiento del equipo  $i$ , en horas

Cuadro 5: Datos de la ecuación para energía consumida en un determinado período de tiempo  
Fuente: PARRALES BAILÓN JAIRO JAVIER – RIVERA SÁNCHEZ JOHN VALENTÍN

La energía consumida por un conjunto de equipos es la suma del consumo de cada uno de ellos durante un tiempo determinado, generalmente, día o mes. Se obtiene de la siguiente forma:

$$EC = \sum E_i = E1 + E2 + E3 + \dots$$

Ecuación 8: Fórmula para hallar la energía consumido por un conjunto de equipos en período de tiempo determinado

$E_i$  = consumo de energía eléctrica del equipo (carga)  $i$ , en KWh, día o mes.

$EC$  = consumo total de energía eléctrica del conjunto de equipos, en KWh, día o mes, según se requiera.

Cuadro 6: Datos para la ecuación de energía consumido por un conjunto de equipos en un determinado tiempo  
Fuente: PARRALES BAILÓN JAIRO JAVIER – RIVERA SÁNCHEZ JOHN VALENTÍN

Para nuestra instalación, de acuerdo con la potencia de cada uno de los equipos instalados, el consumo de energía es:

Tabla 16: Consumo en KWh diario y mensual de los equipos.  
Fuente: PARRALES BAILÓN JAIRO JAVIER

DESCRIPCIÓN EQUIPO	POTENCIA (W)	HORAS USO DIARIO (h)	CONSUMO ENERGÍA DIARIO (KWh)/día	CONSUMO ENERGÍA MENSUAL (KWh)/mes
Computador de escritorio	100	5	0.288	0.871
Laptop o notebook	85.12	5	0.185	0.742

Celular inteligente	2.5	5	0.005	0.022
Tablet	10	5	0.022	0.087
Impresora	12	5	0.026	0.105
<b>TOTALES</b>	<b>209.62</b>		<b>0.526</b>	<b>1.827</b>

### 3.3.3. Fase III – Ensamblaje e implementación

#### 3.3.3.1. Ensamblaje

##### 3.3.3.1.1. Modulo fotovoltaico (especificaciones)

Para calcular el número de paneles a utilizar se debe de considerar los siguiente:

#### El consumo de energía diaria

DESCRIPCIÓN EQUIPO	POTENCIA (W)	HORAS USO DIARIO (h)	CONSUMO ENERGÍA DIARIO (KWh)/día	CONSUMO ENERGÍA MENSUAL (KWh)/mes
Computador de escritorio	100	5	0.288	0.871
Laptop o notebook	85.12	5	0.185	0.742
Celular inteligente	2.5	5	0.005	0.022
Tablet	10	5	0.022	0.087
Impresora	12	5	0.026	0.102
<b>TOTALES</b>	<b>209.62</b>		<b>0.526</b>	<b>1.824</b>

En nuestro caso el consumo de energía diaria es de 0.526 KWh/día

#### La radiación solar

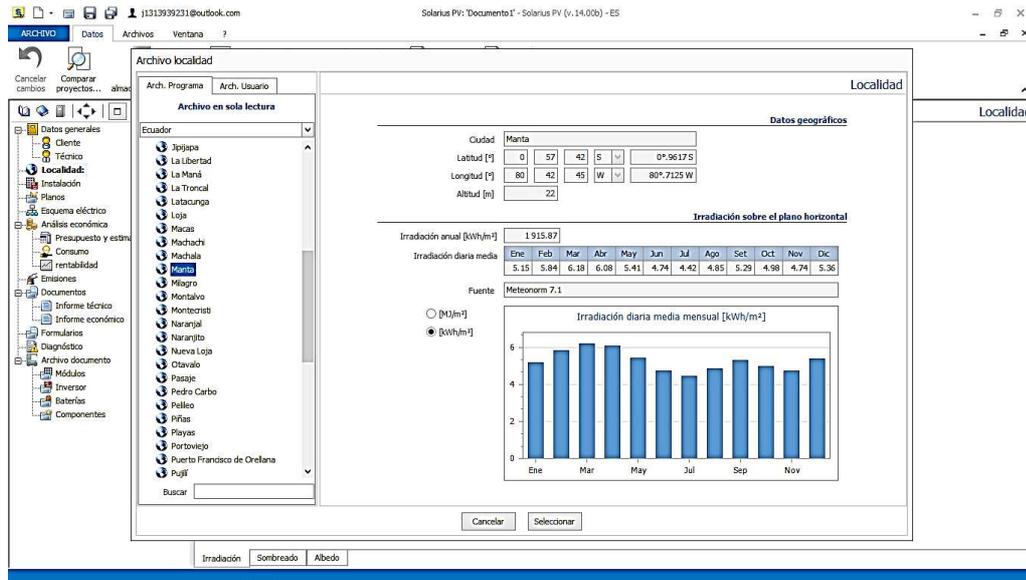


Ilustración 43: Radiación solar generado por el software RETScreen  
Fuente: Software RETScreen

Se escoge la irradiación de menor intensidad como caso nuestro la cual sería la del mes de julio con una irradiación de 4.42 KWh/m<sup>2</sup>

### La eficiencia de los equipos

La eficiencia de la instalación se obtiene multiplicando las eficiencias de los equipos que van a hacer parte de la instalación: regulador controlador, baterías e inversor:

$$\eta = \eta_r * \eta_a * \eta_i$$

$$\eta_r = 0.97, \eta_a = 0.95, \eta_i = 0.97$$

$$\eta = 0.89$$

Se tiene la siguiente relación para calcular la potencia que debe generar el SFV:

$$PSFV = (ECdía/HSP)/\eta$$

$$PSFV = (0.526KWh/4.42KWh/m^2)/0.89$$

$$PSFV = 0.1337KW$$

$$PSFV = 133.7W$$

Esta es la potencia total que deben generar los paneles del SFV; existe gran variedad de paneles y muchos de ellos se podrían elegir; sin embargo, por motivos prácticos (tamaño y peso) y por facilidad de consecución se prueba con paneles de 75 W; el número de paneles se calcula así:

$$P_{panel} = WP = 75W$$

$$\#Paneles = PSFV/P_{panel}$$

$$\#Paneles = 133.7W/75W$$

$$\#Paneles = 1.78 \cong 2 \text{ (de 75 W cada uno)}$$

Este es el resultado de los cálculos realizados para determinar el número de paneles que debe tener la instalación solar fotovoltaica aislada propuesta en este proyecto.

### 3.3.3.1.2. Batería (especificaciones)

Para el SFV de este proyecto se utilizarán baterías de 12V, tipo estacionaria, vida útil de 10 años, ciclos al 80% de descarga, con capacidad nominal para 5 horas a 25°C±5°C. La cantidad y la capacidad de las baterías se calcula de acuerdo con el consumo de energía de la instalación, con el voltaje y con la corriente de carga de las baterías. La capacidad en Ah de la batería se calcula de la siguiente forma:

Como bien se sabe, la potencia diaria de consumo es de 0.526KWh/día, transformándolo en Wh, quedaría así, 526Wh/día

$$I = \frac{P}{V}$$

$$I = \frac{526Wh/día}{12V}$$

$$I = 43.83Ah$$

Como sabemos, las baterías no se descargan completamente, sino hasta un 80%, con lo que el valor anterior no es exacto, se va a proceder sacar el 80% de la corriente anterior:

$$I = 43.83 * 80\%$$

$$I = 35.06Wh/día$$

Para alimentar el sistema y mantenerlo cargado, es necesario una batería de 12V con 40Ah. Se escoge de 40Ah porque esta capacidad si abastecería un poco más del 80% de la corriente y, puesto que es un sistema solar, cuando el día esté despejado o nublado, se irá cargando la batería, pero con velocidades un poco distintas. Porque es lógico que cuando esté nublado, la batería se empiece a cargar con un poco más de lentitud.

### 3.3.3.1.3. Regulador (especificaciones)

Para calcular sus parámetros se parte de las características de los paneles y de las baterías, La potencia del regulador – controlador se calcula con el voltaje de circuito abierto y la corriente de cortocircuito del arreglo fotovoltaico,

$$I = \frac{p}{V}$$

$$I = \frac{400W}{12V}$$

$$I=33.33Ah$$

#### 3.3.3.1.4. Inversor (especificaciones)

Para seleccionar el inversor se deben conocer principalmente la demanda máxima, el voltaje nominal de la instalación, y el voltaje de salida del regulador cargador que es el que alimenta el inversor. También es importante conocer el tipo de carga y las exigencias de calidad eléctrica del sistema. Los datos ya fueron definidos:

$$**Potencia = 320W(demanda máxima)**$$

$$Voltaje\ de\ la\ carga = 110Vac$$

$$Voltaje\ del\ cargador = 12Vdc$$

$$Frecuencia = 60\ Hz$$

$$Fase = monofásica$$

La potencia del inversor se obtiene así:

$$**P_{INV} = P_c * F_s**$$

Donde:

$$P_c = 0.32KWh$$

$$F_s = \text{factor seguridad (1.2)}$$

$$P_{INV} = 0.32KWh * 1.2$$

$$P_{INV} = 0.384KWh$$

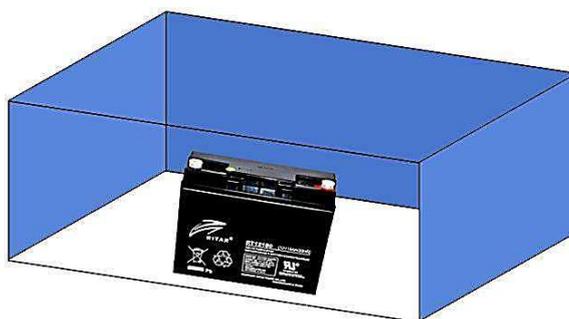
### 3.3.3.1.5. Paso a paso ensamblaje de los equipos

Primero, se medirá la caja para así tener una noción de cómo van distribuidos elementos electrónicos. La caja mide 65cm de largo, 39cm de ancho y 34cm de profundidad.

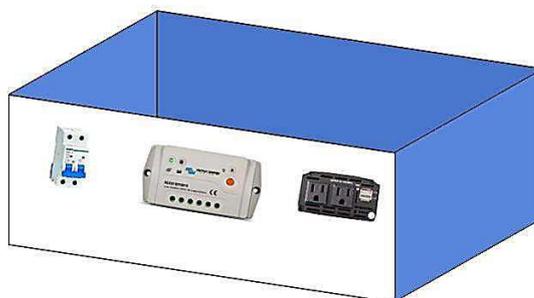
Luego, una vez medido se perforará la parte delantera de la caja dejando 3 huecos en la misma en el medio va el regulador y en los extremos de la caja va un breque y el inversor.

Enseguida, se procede a colocar el respectivo inversor, regulador y el breque.

Luego, se coloca la batería justa en el centro. Y, por último, se van realizando las respectivas conexiones desde el panel solar hasta el inversor y regulador.



*Ilustración 44: Primera parte ensamblaje*  
Fuente: Parrales Bailón Jairo Javier – Rivera Sánchez John Valentín



*Ilustración 45: Segunda parte ensamblaje*  
Fuente: Parrales Bailón Jairo Javier – Rivera Sánchez John Valentín

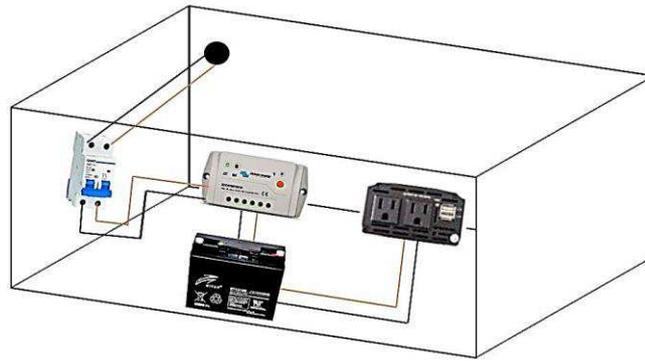


Ilustración 46: Tercer parte de ensamblaje  
Fuente: Parrales Bailón Jairo Javier – Rivera Sánchez John Valentín

### 3.3.3.2. Implementación

La implementación del Sistema Solar Fotovoltaico se realizará en la facultad de Ciencias Informáticas, los paneles serán montados en la parte superior de la facultad y los componentes serán implementado en el curso de Electrónica y Digitales, para su realización se detallarán uno a uno los elementos a ser instalados.

Para la implementación se han considerado los siguiente:

#### 3.3.3.2.1. Estudio del área

La implementación se lo realizó en la provincia de Manabí, de la ciudad de Manta, en la Facultad de Ciencias Informáticas de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí.

La ULEAM está ubicada en la avenida Circunvalación y Cdla. Universitaria. Asimismo, la FACCI se encuentra ubicado en los bajos de la Facultad de Ciencias de la Comunicación y a unos pasos del DANU.

#### 3.3.3.2.2. Instalación de estructura metálica

Para unir los dos paneles solares de 75W cada uno, se procedió a adherirle dos tubos de aluminio apretados con tuercas en ambos lados y con un tercer tubo de aluminio se lo instaló en la parte baja del panel para que mantenga en pie al panel y así pueda recibir los rayos del Sol.

### **3.3.3.2.3. Instalación del sistema solar fotovoltaico**

#### **3.3.3.2.3.1. Soporte**

- La estructura donde va a ser montados los paneles debe tener ángulo correcto de inclinación ( $10^\circ$ ).
- La estructura metálica debe de ser de un material resistente a la corrosión.

#### **3.3.3.2.3.2. Ubicación – Orientación**

Debido a que los paneles solares fotovoltaicos basan su funcionamiento en la luz y energía proveniente del sol, la energía eléctrica entregada será proporcional a la cantidad de luz que reciban sobre su superficie captadora. Es por esto que mientras mayor sea la energía irradiada sobre el panel, mayor será la cantidad de energía eléctrica que se obtenga a su salida.

#### **3.3.3.2.3.3. Inclinación**

La determinación del ángulo de inclinación nos permitirá analizar de mejor manera la ubicación y distanciamiento de los paneles solares para maximizar el área de ubicación. Como se puede observar en la Tabla, para Ecuador los paneles deben tener una inclinación de  $10^\circ$  para disminuir las pérdidas al 1%, siempre y cuando se seleccione un plano inclinado fijo, con ángulo Beta de  $10^\circ$  y Acimut de  $0^\circ$ . Debido a que el territorio nacional se encuentra entre los  $5^\circ\text{S}$  y  $2^\circ\text{N}$  de la latitud.

Latitud	Ángulo de inclinación máximo
0°-5°	0-10°
6°-20°	Latitud local + 5°
21°-45°	Latitud local + 10°
46°-65°	Latitud local + 15°
66°-75°	80°

Ilustración 47: Ángulo de inclinación con respecto a la latitud en Ecuador.  
Fuente: PARRALES BAILÓN JAIRO JAVIER – RIVERA SÁNCHEZ JOHN VALENTÍN

#### 3.3.3.2.3.4. Recopilación de la información



Ilustración 48: Colocación de los 2 paneles solares en uno solo  
Fuente: PARRALES BAILÓN JAIRO JAVIER – RIVERA SÁNCHEZ JOHN VALENTÍN

El sistema solar fotovoltaico consta de varios elementos electrónicos como los que se indican a continuación:

- ❖ 2 paneles solares marca SHELL monocromáticos, de 75W cada uno.
- ❖ 1 regulador o controlador ECOTERN de 14Ah.
- ❖ 1 inversor Power Inverter with USB de onda senoidal, con potencia de salida 400W.
- ❖ 1 batería marca RITAR recargable de 12V 40Ah, tipo VRLA AGM de ciclo profundo, fabricado a base de plomo-ácido y sellado por medidas de seguridad.

- ❖ 1 breque que interrumpirá el paso de la energía desde los paneles hacia el regulador; solo se bajará el breque en caso de cambios en el sistema ya sea panel, o agregar alguno que otro componente más.
- ❖ 15 metros de cable concéntrico número 12.
- ❖ Ventiladores pequeños.
- ❖ Caja de plástico reforzado de 65cm de largo, 39cm de ancho y 34cm de profundidad.

## CAPITULO IV

# EVALUACIÓN DE RESULTADOS

## 4.1. Introducción

En este capítulo se trata de llevar un seguimiento al sistema implementado, mediante pruebas que constarán de mediciones para así llevar un control por un período de tiempo máximo de 5 días laborables (1 semana).

Una vez obtenido los datos, se plasma en este capítulo los resultados que se obtuvieron al cabo de ese lapso de tiempo.

## 4.2. Seguimiento y monitoreo de resultados

### 4.2.1. Monitoreo

Una vez realizado la implementación del sistema fotovoltaico correspondiente, dicha instalación está especificado en los planos eléctricos, se realiza las mediciones correspondientes, la misma que se detalla en la siguiente tabla.

*Tabla 17: Datos de voltaje, intensidad y potencia del sistema solar fotovoltaico  
Fuente: Parrales Bsilón Jairo Javier – Rivera Sánchez John Valentin*

Mediciones realizadas	Corriente (I)	Voltaje (V)	Potencia (W)
Sistema fotovoltaico	29.2	13.69	400W

Estas mediciones son realizadas con la carga ya conectada con el fin de comprobar la potencia generada por el sistema fotovoltaico.

Con las pruebas realizadas se comprobó que el sistema fotovoltaico genera la energía eléctrica necesaria obteniendo un resultado de (400 W) y que alimenta correctamente a los dispositivos informáticos ya que los paneles entregan una corriente de 33.3A en condiciones de radiación máxima.

La carga del sistema de acumulación (baterías) se cargará completamente en 3 horas. De esta forma se garantiza la energía eléctrica autónoma para el Sistema Solar Fotovoltaico implementado en la FACCI.

Tabla 18: Cálculo teórico de consumo

Fuente: Parrales Bailón Jairo Javier – Rivera Sánchez John Valentin

Cálculo teórico de consumo						
Cantidad	Componente	Voltaje (V)	Corriente (A)	Corriente Total (A)	Potencia (W)	Potencia total (W)
1	PC	12	8	8	100W	100W
1	Laptop	19	4.48	4.48	85.12W	85.12W
1	Celular	5	0.5	0.5	2.5W	2.5W
1	Tablet	5	2	2	10W	10W
1	Impresora	12	1	1	12W	12W
		<b>Voltaje Promedio</b>	<b>Corriente Promedio</b>		<b>Potencia Promedio</b>	
		10.6V	3.2A		41.92W	

<b>Potencia/hora (Wh)</b>	209.6
<b>Potencia/día</b>	1048

Tabla 19: Cálculo práctico de consumo

Fuente: Parrales Bailón Jairo Javier – Rivera Sánchez John Valentin

Cálculo práctico de consumo						
Cantidad	Componente	Voltaje (V)	Corriente (A)	Corriente Total (A)	Potencia (W)	Potencia total (W)
1	PC	12	8.75	8.75	105W	105W
1	Laptop	19	4.74	4.74	90W	90W
1	Celular	5	0.44	0.44	2.2W	2.2W
1	Tablet	5	1.6	1.6	8W	8W
1	Impresora	12	0.94	0.94	11.3W	11.3W
		<b>Voltaje Promedio</b>	<b>Corriente Promedio</b>		<b>Potencia Promedio</b>	
		10.6	3.29		43.3W	

<b>Potencia/hora (Wh)</b>	216.5
<b>Potencia/día</b>	1082.5

Como se puede observar, los resultados prácticos adquiridos nos indica que durante toda una semana laboral (5 días) se genera un ahorro de un poco más de un kilowatt por día.

Se realizará el monitoreo después de implementado el proyecto con la finalidad de verificar su rendimiento y funcionamiento.

La finalidad de la monitorización, es verificar el adecuado suministro de electricidad a las cargas y la incidencia de descarga permitida manteniendo de esta manera una precisión en las tensiones de corte efectivas respecto a los valores fijados en el regulador.

A su vez, el mantenimiento de los equipos e instalaciones permiten constatar y corregir las posibles fallas detectadas durante el monitoreo.

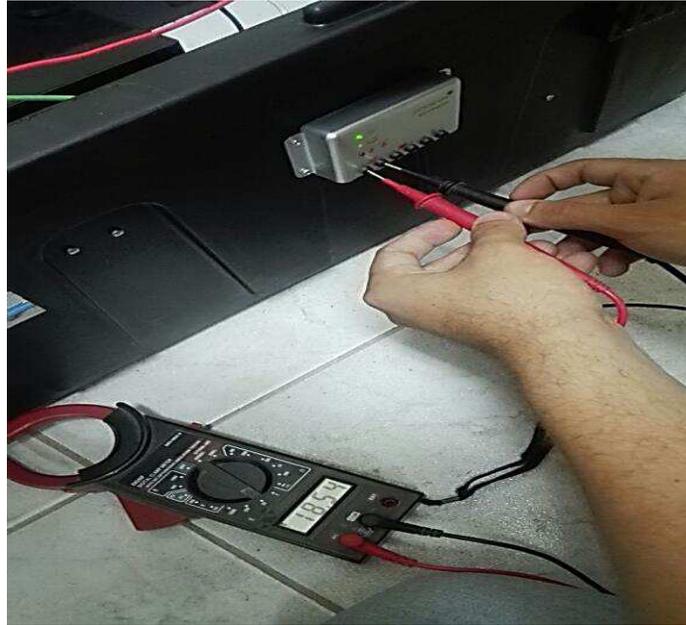
Si bien es cierto el monitoreo debería mantenerse a lo largo del funcionamiento del sistema para evitar inconvenientes y molestias con los usuarios, es posible evitar gastos innecesarios aplicando un correcto cronograma de mantenimiento basado en la prevención y predicción de fallas de los equipos, muchas de las cuales son advertidas por el fabricante en los manuales adjuntos a cada dispositivo, aumentando la vida útil de equipos e instalaciones.

#### **4.2.1.1. Días de medición de los voltajes de Batería y Panel solar**



*Ilustración 49: Medición voltaje batería el día 29/01/2018  
Fuente: Parrales Bailón Jairo Javier – Rivera Sánchez John Valentin*

*Fuente: Parrales Bailón Jairo Javier – Rivera Sánchez John Valentin*



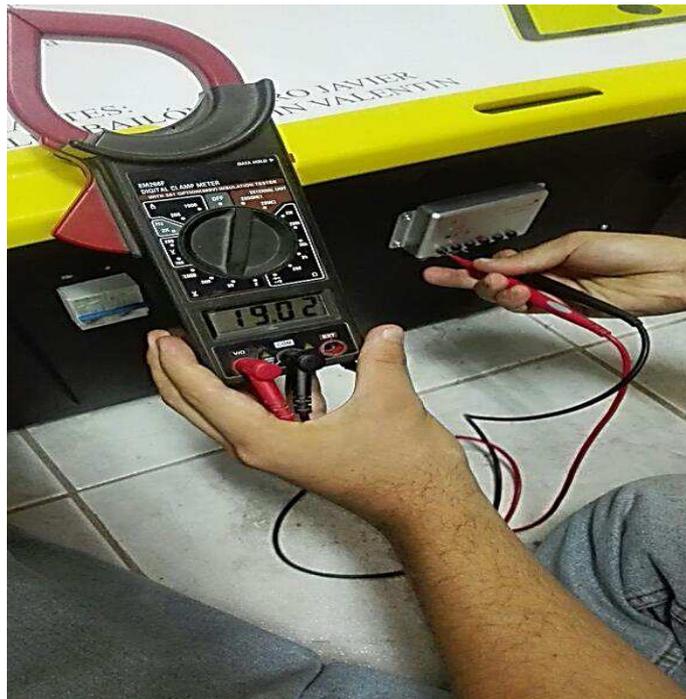
*Ilustración 50: Medición voltaje panel solar el día 29/01/2018  
Fuente: Parrales Bailón Jairo Javier – Rivera Sánchez John Valentin*



*Ilustración 51: Medición voltaje batería el día 31/01/2018  
Fuente: Parrales Bailón Jairo Javier – Rivera Sánchez John Valentin*



*Ilustración 52: Medición voltaje panel solar el día 31/01/2018  
Fuente: Parrales Bailón Jairo Javier – Rivera Sánchez John Valentin*



*Ilustración 53: Medición voltaje panel solar el día 02/02/2018  
Fuente: Parrales Bailón Jairo Javier – Rivera Sánchez John Valentin*



*Ilustración 54: Medición voltaje batería el día 05/02/2018  
Fuente: Parrales Bailón Jairo Javier – Rivera Sánchez John Valentin*



*Ilustración 55: Medición voltaje panel solar el día 05/02/2018  
Fuente: Parrales Bailón Jairo Javier – Rivera Sánchez John Valentin*



*Ilustración 56: Medición voltaje batería el día 07/02/2018  
Fuente: Parrales Bailón Jairo Javier – Rivera Sánchez John Valentin*



*Ilustración 57: Medición voltaje panel solar el día 07/02/2018  
Fuente: Parrales Bailón Jairo Javier – Rivera Sánchez John Valentin*

Tabla 20: Mediciones de voltaje tomados del monitoreo del sistema  
Fuente: Parrales Bailón Jairo Javier – Rivera Sánchez John Valentin.

	Lunes 29/01/2018	Miércoles 31/01/2018	Viernes 02/02/2018	Lunes 05/02/2018	Miércoles 07/02/2018
<b>Voltaje salida panel solar VDC</b>	18.54	19.06	19.02	19.06	18.68
<b>Voltaje salida batería VDC</b>	13.69	13.69	13.69	13.69	13.69

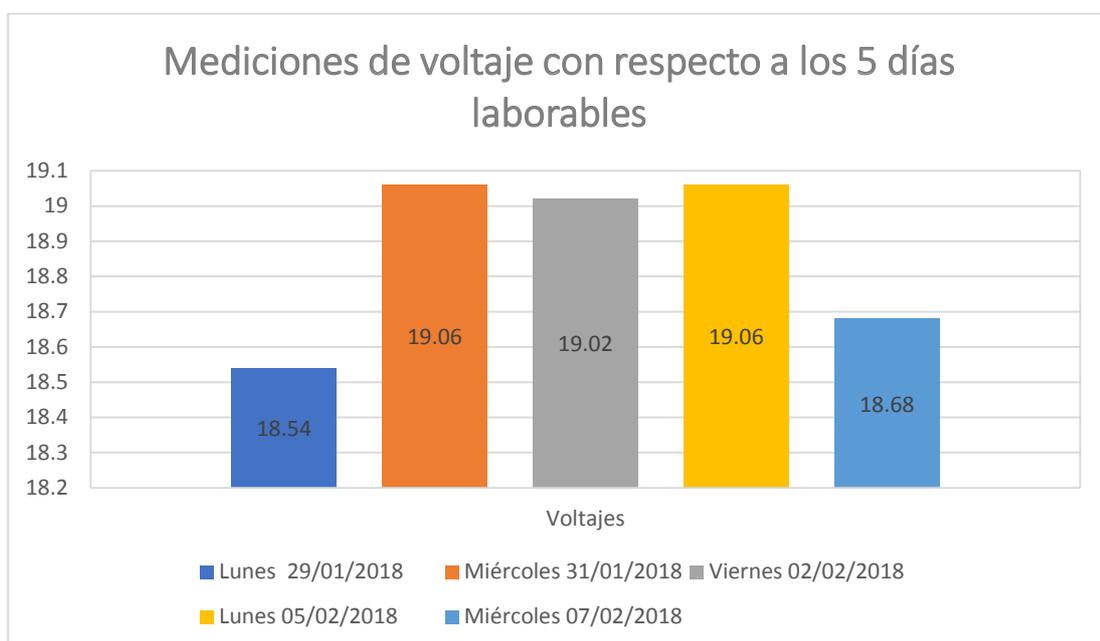


Ilustración 58: Gráfico estadísticos que muestra los voltajes medidos en los 5 días laborables  
Fuente: Parrales Bailón Jairo Javier – Rivera Sánchez John Valentin

Como podemos observar con estos datos obtenidos del monitoreo, durante un período de prueba de 5 días laborables (que harían 1 semana) y con autonomía de 5 horas; la batería tiene un valor fijo de 13.69V, pero, cabe recalcar, que las pruebas se hicieron de día; ya cuando anochece el voltaje de la batería comenzaría a disminuir lentamente con el paso de las horas.

Por otro lado, en el par de paneles solares de 75W cada uno, el voltaje va variando de valor, y esto se debe a que la radiación solar va variando con el paso de

las horas, es decir, que a menor radiación que reciban estos paneles, menor será el voltaje que genere dichos paneles. Por esta misma razón es que al irse aminorando el voltaje del panel, la batería no se recarga lo suficiente y, por ende, también va disminuyendo su voltaje.

Otros datos que se obtuvieron fueron que, dentro de los 5 días laborables, el voltaje mayor de los paneles fue de 19.06V en los días miércoles 31 de enero del 2018 y lunes 5 de febrero del 2018.

Por lo tanto, el sistema sí cumple con los requerimientos establecidos y su capacidad si cubre los dispositivos a cargar.

#### **4.2.1.2. *Recomendación monitoreo con el equipo de Engage Hub***

Para este seguimiento y monitoreo, recomendamos utilizar el programa y/o portal web de engage hub kit, ya que es sencillo y fácil de usar. El engage hub kit le permite ver exactamente cuánta energía está consumiendo en tiempo real y vía online a través de su smartphone o del portal web Efergy. Ayudándole a cambiar sus hábitos energéticos y con ello reducir su factura eléctrica.

#### **4.2.1.3. *¿Cómo funciona?***

El engage hub es simple de instalar y fácil de usar. Un sensor se acopla al cable de fase del cuadro eléctrico. El sensor se conecta al transmisor y transmite la información de forma inalámbrica al engage hub visualizando el consumo eléctrico instantáneo. El engage hub se conecta a un puerto libre de tu router ADSL vía cable Ethernet. Nuestro portal web o aplicación móvil le mostrará cuanta energía estás consumiendo en tiempo real (los datos se actualizan cada 6 segundos). También podrá comprobar cuanta energía estás ahorrando y comparar su consumo con otros usuarios del portal, así descubrir consejos de ahorro y fijar objetivos de consumo mensual.



Ilustración 59: Croquis del funcionamiento de ENgage HUB

Fuente: Efergy

#### 4.2.1.4. Engage / Características

##### 4.2.1.4.1. Consumo instantáneo – Observa su consumo actual en tiempo real.

Poder ver su consumo en tiempo real es clave para poder tomar decisiones inmediatamente. En Engage le damos un abanico de opciones gráficas para que visualice el consumo instantáneo como más le guste.

##### 4.2.1.4.2. Planificador mensual

Una forma inteligente de ahorrar dinero es planificando un presupuesto. Este widget le indica lo que está gastando cada mes y le compara con una proyección a final de mes. Es la forma perfecta de saber si está cumpliendo con su objetivo mensual y por tanto le indica si debe o no cambiar de hábitos de consumo. Utilice esta herramienta para hacer el seguimiento. Le ayudará en reducir su consumo para cumplir con su objetivo.

#### 4.2.1.4.3. Analizador de costes

Esta herramienta le ayuda a ver cuánto le cuesta su consumo eléctrico diaria y mensualmente. También puedes establecer el punto de partida desde donde hacer el cálculo del coste.

#### 4.2.1.4.4. Consumo en las últimas 24 horas

Si lo que quiere es saber en qué momento del día consume más esta herramienta le da todas las pistas necesarias.

#### 4.2.1.4.5. Consumo histórico – datos diarios y mensuales.

Estas dos funcionalidades le ayudarán a averiguar en qué días de la semana has consumido más o a comparar el consumo en meses de invierno contra los meses de verano.



Ilustración 60: Ejemplo consumo diario con engage en portal web  
Fuente: engage

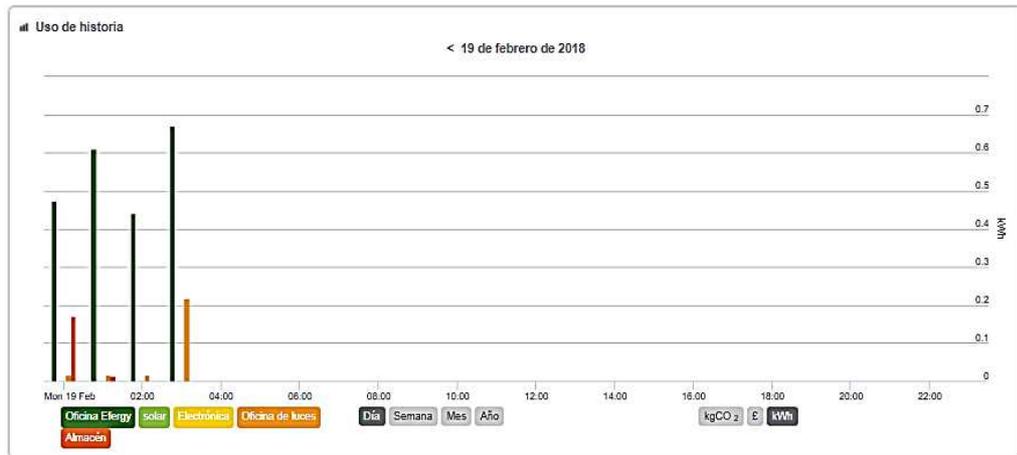


Ilustración 61: Segunda parte ejemplo de consumo diario en portal web de engage  
 Fuente: engage

## CONCLUSIONES

- ✚ La factibilidad del proyecto no debe ser una decisión netamente económica. Se deben tomar en cuenta varios factores como los citados a continuación:
  - Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
  - Fomentar el interés del uso e investigación de los recursos energéticos renovables.
  - Adaptación para ser utilizado como un laboratorio experimental.
  
- ✚ La implementación de esta instalación permitirá que los alumnos puedan acceder a registros históricos de datos de generación de energía fotovoltaica, y obtengan experiencia práctica del funcionamiento y capacidad de la misma.
  
- ✚ De acuerdo con los cálculos desarrollados, en la Facultad de Ciencias Informáticas de la ciudad de Manta, la mínima radiación solar recibida por los paneles inclinados  $10^\circ$ , respecto de la horizontal, y orientados hacia la línea ecuatorial, ocurre en el mes de julio y tiene un valor de  $4,42\text{KWh/m}^2$ . Este valor es uno de los parámetros a tener en cuenta para calcular y dimensionar los paneles y equipos correctamente; así se garantiza el suministro mínimo de energía eléctrica, a la instalación durante cualquier época del año.
  
- ✚ Se obtuvo que el sistema operará eficientemente durante cualquier día del año con 2 paneles de 75W, 1 batería de 40Ah a 12Vdc, 1 regulador controlador PHOCOS de 14 Ah y un inversor CC/CA de 400W.

## RECOMENDACIONES

- ✚ Se recomienda a un futuro la implementación del kit del equipo de Engage Hub para el monitoreo del Sistema Solar Fotovoltaico.
  
- ✚ Sería de mucha importancia capacitar a los estudiantes sobre los beneficios que genera la utilización de energías renovables, teniendo presente que cada una de ellas se debe implementar de acuerdo a estudios anticipados.
  
- ✚ Dentro del montaje del sistema fotovoltaico se tiene en cuenta cada una de las condiciones de diseño eléctrico, para realizar la proyección del sistema fotovoltaico contando con las condiciones de montaje dadas por el fabricante.
  
- ✚ Realizar el respetivo mantenimiento del Sistema Solar Fotovoltaico según el Anexo 27.
  
- ✚ Existe gran cantidad de proveedores y gran variedad de equipos para instalaciones solares fotovoltaicas; para su selección es necesario tener en cuenta el tipo de instalación (conectada, aislada o híbrida), la última versión de las normas y la calidad de energía requerida por la carga.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abella, M. A. (2015). *Sistemas Fotovoltaicos*. Obtenido de [http://api.eoi.es/api\\_v1\\_dev.php/fedora/asset/eoi:45337/componente45335.pdf](http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:45337/componente45335.pdf)
- Agencia Internacional de la Energía. (2011). *Energía Solar*.
- ANDRÉS JÉFFERSON MERCHÁN CHÁVEZCARLOS, A. V. (2017). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE UN SISTEMA DE POSICIONAMIENTO SOLAR PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO ELECTRICO DE U PANEL FOTOVOLTAICO*.
- conceptodefinicion.de*. (14 de Junio de 2014). Recuperado el 2 de Febrero de 2018, de *conceptodefinicion.de*: <http://conceptodefinicion.de/fuente-poder/>
- conceptodefinicion.de*. (10 de Enero de 2017). Recuperado el 2 de Febrero de 2018, de *conceptodefinicion.de*: <http://conceptodefinicion.de/cable/>
- curiosoando*. (3 de Julio de 2014). Recuperado el 2 de Febrero de 2018, de *curiosoando*: <https://curiosoando.com/que-es-un-inversor-de-voltaje>
- DeltaVolt*. (20 de Mayo de 2010). Recuperado el 2 de Febrero de 2018, de *DeltaVolt*: <http://deltavolt.pe/energia-renovable/baterias>
- Energía Solar*. (14 de Mayo de 2015). Recuperado el 3 de Febrero de 2018, de *Energía Solar*: <https://solar-energia.net/definiciones/controlador-de-carga.html>
- Energías Renovables*. (25 de Noviembre de 2014). Recuperado el 2 de Febrero de 2018, de *Energías Renovables*: <http://www.energiasrenovablesinfo.com/solar/tipos-paneles-fotovoltaicos/>
- Enersol. (2013). *Central Solar de Jaramijó*. Manta - Jaramijo. Obtenido de <https://lahora.com.ec/noticia/1101493600/inaugurada-central--solar-de-jaramijc3b3->
- Felipe Farfán, W. B. (2016). *semaforización ecológica Manta*. Manta. Obtenido de <http://www.elcomercio.com/actualidad/semaforizacion-ecologica-manta-manabi-energiasolar.html>
- Lamigueiro, O. P. (2012). *Sistemas Fotovoltaicos Autónomos*. Obtenido de <https://oscarperpinan.github.io/>
- Martínez, I. C. (2005). *Los sistemas fotovoltaicos conectados a la red*. Obtenido de <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Energia/Energia40/HTML/articulo05.htm>
- Merchán Chávez Andrés Jéfferson, V. M. (2017). *Diseño e implementación de un sistema de posicionamiento solar para mejorar el rendimiento eléctrico de un panel*

*fotovoltaico*. Guayaquil, Ecuador. Obtenido de  
<http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/39130>

Peñaloza, D. A. (2017). *DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA LA*. Quito, Ecuador.

Prado Mora, C. R. (2008). Metodología. En C. R. Prado Mora, *Diseño de un sistema eléctrico fotovoltaico para una comunidad aislada* (págs. 5 - 6). Costa Rica. Recuperado el 2 de Febrero de 2018, de  
<http://eie.ucr.ac.cr/uploads/file/proybach/pb0831t.pdf>

Sampedro Merchan, G. R. (2016). *EVALUACIÓN SOBRE PANELES SOLARES E IMPLEMENTACIÓN DE PROTOTIPO CON INTERFAZ PARA MEDICIÓN DE PARÁMETROS MEDIANTE MINICOMPUTADORA RASPBERRY PI*. guayaquil. Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/31971>

SERRANO, C. P. (2017). *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACION DE PANELES FOTOVOLTAICOS EN EL RECINTO SABANILLA - CANTON DAULE*. GUAYAQUIL, ECUADOR. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/17917>

Solar Cells – Chemistry Encyclopedia – structure, m. e. (2015). *Energía Solar Fotovoltaica*. Recuperado el 22 de Enero de 2017, de <http://www.chemistryexplained.com/Ru-Sp/Solar-Cells.html>

Solar, E. (2016). *Baterías Solares*. Obtenido de <https://solar-energia.net/definiciones/baterias.html>

Solar, E. (2016). *Energía Solar*. Obtenido de <https://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica/elementos/instalaciones-autonomas/reguladores-carga>

SotySolar. (2017). *SotySolar*. Obtenido de <https://www.sotysolar.es/academy/inversor-energia-solar-fotovoltaica-que-son-que-tipos-existen>

*SunFields Europe*. (9 de Enero de 2018). Recuperado el 2 de Febrero de 2018, de SunFields Europe: <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/equipamiento-fotovoltaico-baterias-solares/>

*Varinter*. (7 de Diciembre de 2016). Recuperado el 2 de Febrero de 2018, de Varinter: <http://varinter.mx/conexion/puerto-usb/>

*Wikipedia*. (4 de Octubre de 2017). Recuperado el 2 de Febrero de 2018, de Wikipedia: [https://es.wikipedia.org/wiki/Conector\\_el%C3%A9ctrico](https://es.wikipedia.org/wiki/Conector_el%C3%A9ctrico)

*Wikipedia*. (30 de Octubre de 2017). Recuperado el 2 de Febrero de 2018, de Wikipedia: <https://es.wikipedia.org/wiki/Conc%C3%A9ntrico>

# ANEXOS

## Anexo 1: Preguntas de la encuesta realizada

### UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ



### FACULTAD DE CIENCIAS INFORMÁTICAS

**Objetivo de la encuesta:** la realización de la siguiente encuesta a los docentes de la Facultad de Ciencias Informáticas tiene como objetivo principal obtener información que permita resolver la problemática referente a la interrupción de la energía eléctrica convencional.

**Instrucciones:** Sres. Docentes y estudiantes del laboratorio de Electrónica y Sistema Digitales de la Facultad de Ciencias Informáticas; a continuación, se presenta una serie de preguntas que debe responder para identificar cuáles son los inconvenientes que se presentan con la interrupción de la energía eléctrica convencional en la FACCI, seleccione la respuesta que considere conveniente.

Responda las siguientes preguntas:

1. Conoce Ud. ¿Qué es un sistema solar fotovoltaico?

- Si
- No

2. De la pregunta anterior, en caso afirmativo responda lo siguiente: ¿Por cuál medio de información conoce Ud. que es un sistema solar fotovoltaico?

- Radio
- Artículos
- Periódico
- Televisión
- Revistas
- Internet

3. Conoce Ud. ¿Cuál es la función de un sistema solar fotovoltaico?

Si

No

4. A su juicio ¿tiene idea del costo de un sistema solar fotovoltaico?

Si

No

5. ¿Conoce Ud. sobre las energías renovables?

Si

No

6. ¿Estaría Ud. de acuerdo con la implementación de un sistema solar fotovoltaico como alternativa a la energía eléctrica convencional, cuando sea suspendida por apagones planificados y no planificados, daño en los transformadores o generadores eléctricos?

Si

No

7. ¿Ud. cree que sería beneficioso el uso de un sistema solar fotovoltaico para generar energía eléctrica en los equipos informáticos de la Facultad de Ciencias Informáticas?

Si

No

8. ¿Considera usted que el uso de esta energía renovable contribuiría a reducir la contaminación ambiental?

Si

No

9. ¿Cuáles de los siguientes problemas son comunes cuando se interrumpe la energía eléctrica convencional en la FACCI?

Pérdida de tiempo en las labores administrativa y de Catedra.

Trabajos documentos perdidos.

Riesgo a que se quemen los equipos informáticos.

10. De ser implementado el sistema solar fotovoltaico, ¿cree Ud. que el consumo de la tarifa del servicio de energía eléctrica se reduzca?

- Si  
 No

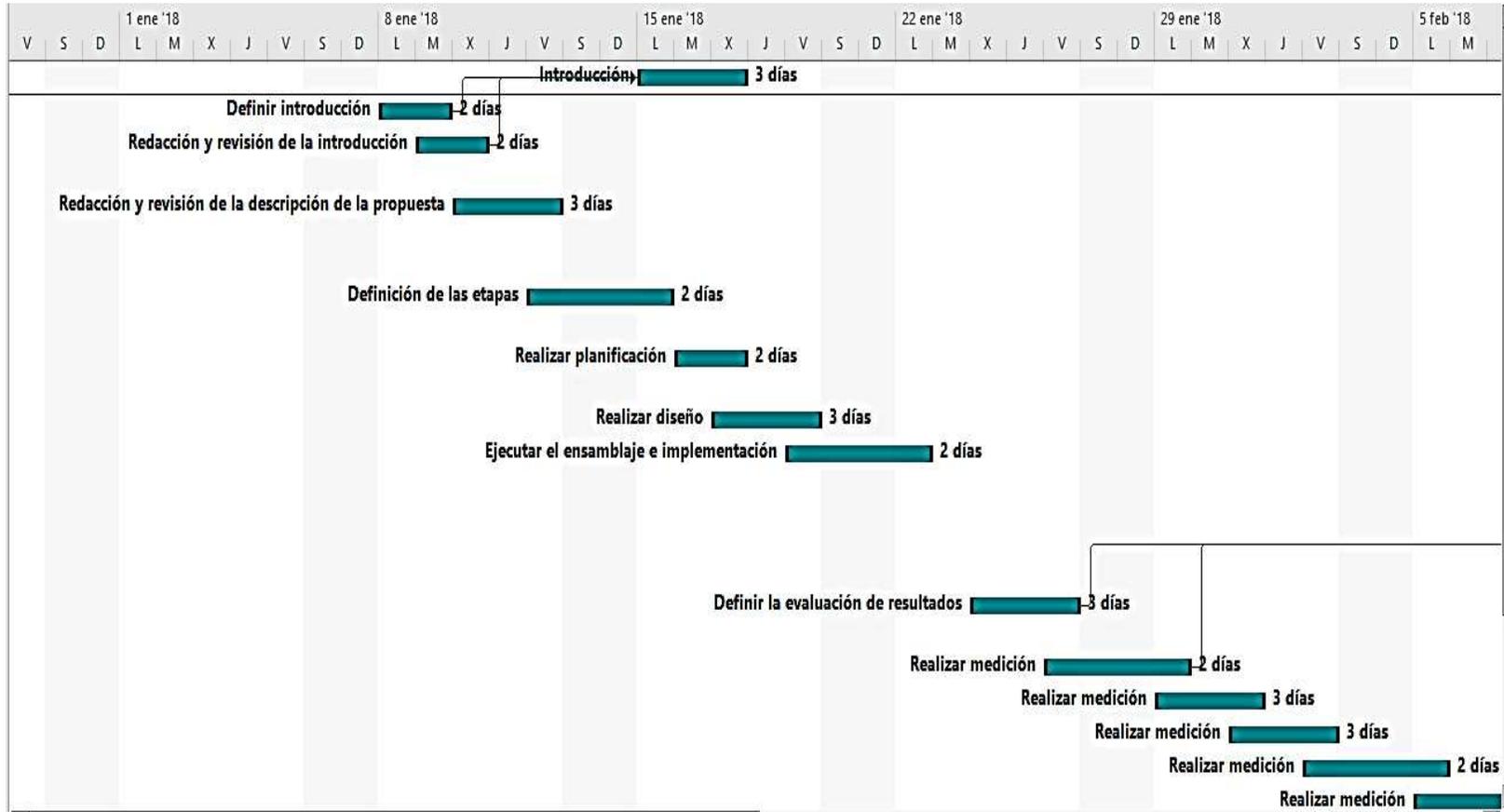
11. ¿De la siguiente lista de energías renovables seleccione Ud. cuál conoce?

- Energía hidráulica  
 Energía solar térmica  
 Energía solar  
 Energía eólica  
 Energía geotérmica  
 Energía mareomotriz

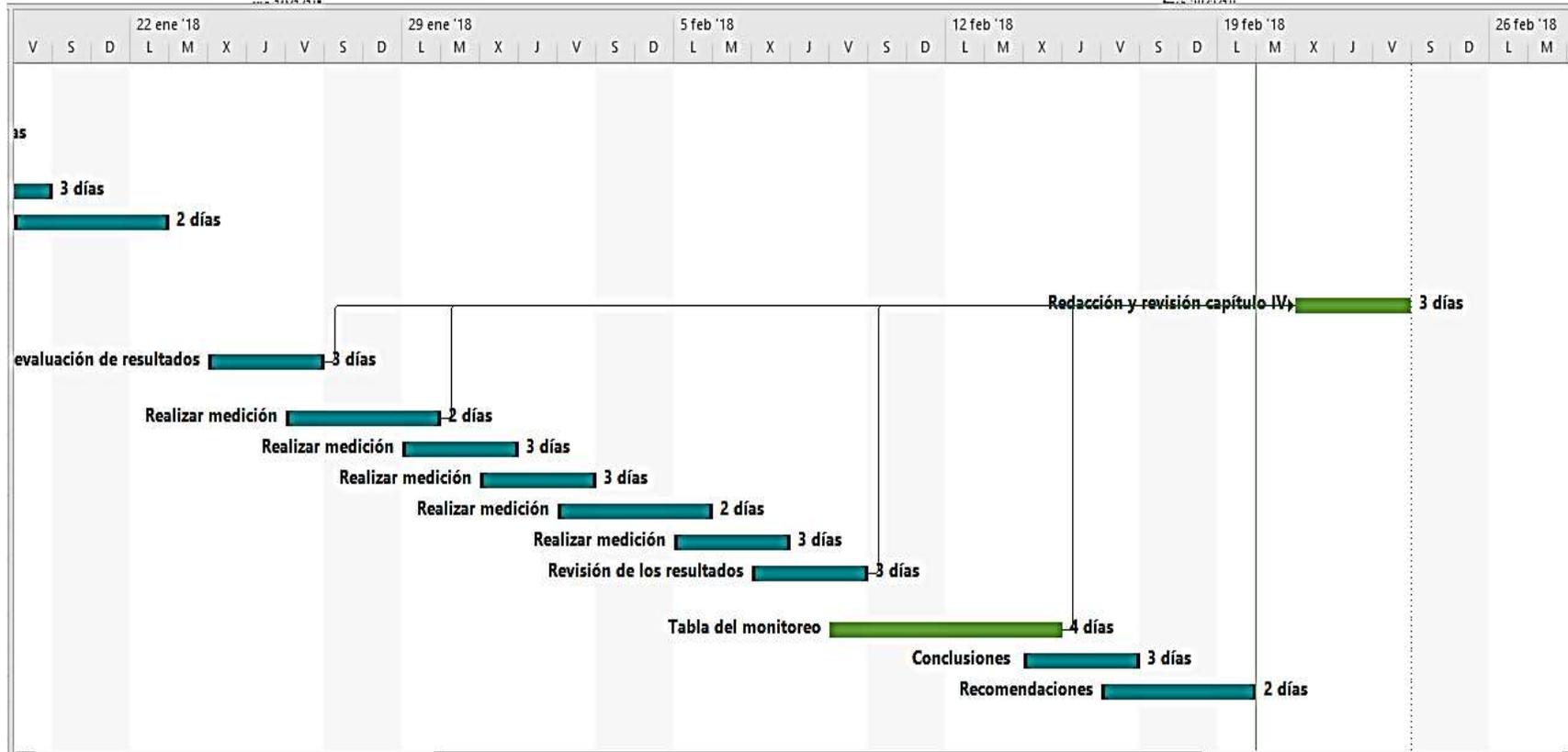
12. ¿Sabe Ud. de algún proyecto implementado en la Universidad que utilice la energía solar como fuente de energía renovable?

- Si  
 No

## Anexo 2: Diagrama de Gantt de la Implementación del Sistema Solar Fotovoltaico primera parte



### Anexo 3: Diagrama de la Implementación del Sistema Solar Fotovoltaico Gantt segunda parte



### Anexo 3: Ficha Técnica de los Paneles a Utilizar en la Implementación del Sistema Solar Fotovoltaico.



#### Módulo fotovoltaico monocristalino Techno Sun 150W, alto rendimiento

##### Descripción

Panel solar de tecnología monocristalina. Cuenta con una alta eficiencia del 17,96% de célula y 15,92% del módulo, con una tolerancia del  $\pm 3\%$  y alta calidad de fabricación.

##### Características destacadas

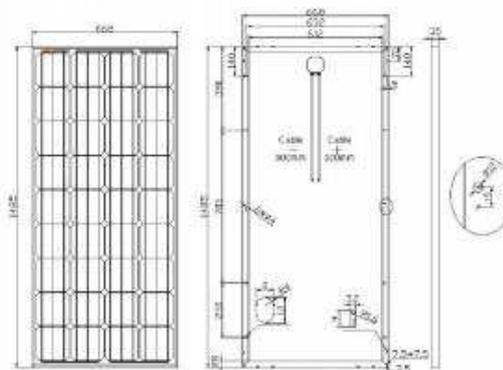
Células solares de alta eficiencia con transmisión y cristal texturizado.  
 Diodo de bypass para minimizar las pérdidas por sombras.  
 Vidrio templado con encapsulado EVA y película de protección frente al medio ambiente, con marco de aluminio.  
 Cumple las certificaciones internacionales (CE, TÜV NORD, ISO) y está incluido en el programa PV Cycle.



##### Aplicaciones

Sistemas de energía solar fotovoltaica para aplicaciones residenciales, comerciales o industriales aisladas de la red, de energía de respaldo o conectadas a red.

Datos eléctricos	
Potencia máxima (W)	150W
Tensión de potencia óptima (Vmp)	18.99V
Corriente operativa óptima (Imp)	7.90A
Tensión de circuito abierto (Voc)	22.42V
Corriente de cortocircuito (Isc)	8.45A
Eficiencia de célula (%)	17.96%
Eficiencia de módulo (%)	15.12%
Tolerancia (%)	$\pm 3\%$
NOCT	47°C $\pm 2$ °C
Coeficientes de temperatura	
Coeficiente de temperatura Isc (%/°C)	+0.04
Coeficiente de temperatura Voc (%/°C)	-0.38
Coeficiente de temperatura Pm (%/°C)	-0.47
Coeficiente de temperatura Im (%/°C)	+0.04
Coeficiente de temperatura Vm (%/°C)	-0.38
Datos mecánicos y de componentes	
Célula	156*156 Mono
Número de células (pcs)	4*9
Tamaño del módulo (mm)	1485*668*35
Grosor del cristal (mm)	3.2
Máx. carga de superficie	2400-5400Pa
Resistencia al granizo	23m/s ,7.53g
Peso de la unidad (Kg)	11.6
Corriente máxima del fusible (A)	10
Marco	35#
Tipo de conector	MC4
Parte posterior	TPT
Rango de temperatura	-40°C / +85°C
FF (%)	70-76%
Standard Test Conditions	AM1.5 1000W/m <sup>2</sup> 25°C



## Anexo 4: Ficha Técnica del Breaker a utilizar en la Implementación Solar Fotovoltaica.



### Overview

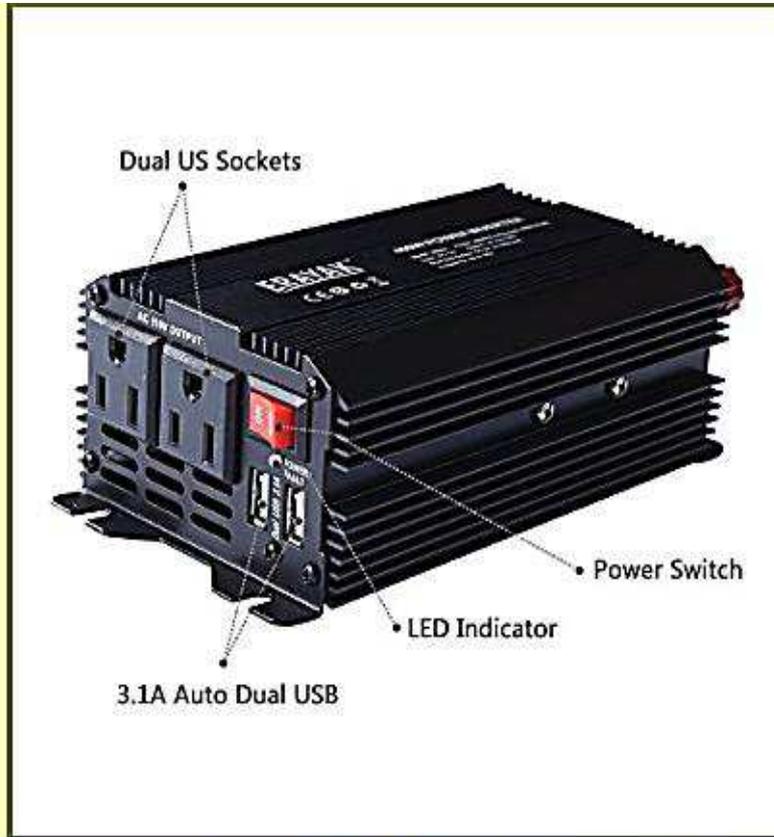
#### Quick Details

Place of Origin:	Shanghai, China (Mainland)	Brand Name:	EBASEE	Model Number:	EB51B
Type:	Mini	Poles Number:	2	Color:	grey
Name:	232 circuit breaker / mcb				

#### Packaging & Delivery

Packaging Details:	232 circuit breaker / mcb Standard export carton
Delivery Time:	Shipped in 7 days after payment

## Anexo 5: Ficha Técnica del Inversor a utilizar en la Implementación Solar Fotovoltaica.



### Descripción del fabricante

This 400W USB power inverter with car cigarette lighter cable is ideal for those who frequently travel by vehicle and on the go. And the included battery clamps cable makes it changes DC power from a battery power source into AC power to operate all kinds of electric lights, kitchen appliances, TVs, radio, computer and ect. Just connect the inverter to a battery, and plug your AC devices into the inverter. You've got portable power, whenever and wherever you need it. It comes in handy in emergencies when there is a power outage and also helpful source of energy on camping, trips, beaches and parks where conventional electricity is not available.

It is with dual 110VAC outlet and dual USB ports of 3.1A, can be used in your car or boat to power devices such as laptops, video games consoles, a small television or DVD player, TV, cell phones and any other USB devices with total loading under 400W

#### Specification

Power: 400W Rated, 800W Peak, USB 5V 3.1A  
 Input: DC12V, Output: AC110  
 Over heat Protection: 60?–70?  
 Input Over voltage Protection: DC 15V-16V  
 Input Low voltage Protection: DC 9.2-9.8V

#### Optimal Use and Precautions

- For DC12V and Car ONLY, not applied for DC 24V and airplane use
- It's normal the inverter become warm to touch while working, avoid placing the inverter in direct sunlight or next to heat-sensitive materials
- Get to know its wattage using range, not allowed high power electric devices such as hair dryer, electric heaters, curling iron and etc

## Anexo 6: Ficha Técnica del Controlador a utilizarse en la Implementación del Sistema Solar Fotovoltaico.

### Ecoterm (14 A)

Solar Charge Controller



- Electronic controlled charging: boost and float charge
- Deep discharge protection
- PWM series regulation (PV panel will not be short-circuited)
- Integrated temperature compensation
- Fully electronically protected against:
  - Panel surge voltage
  - Wrong polarity (panel or battery)
  - Overload and short circuit at load
- Three LED indications: Charge Status, SOC, LVD, Overload/ Short Circuit
- Common positive
- IP68 (casing) IP21 (contacts)

The Ecoterm solar charge controller has been especially designed for small solar systems requiring low-battery disconnect. Three LEDs display charging progress, battery

SOC and load status (load disconnect). Rural electrification systems are the typical applications for this product. It is a perfect solution for cost-sensitive systems.

Type	Ecoterm 14
System voltage	12 V
Max. charge/load current	14 A
Float charge	13.8 V (25 °C)
Main charge	14.4 V (25 °C), 0.5 h (daily)
Boost charge	14.4 V (25 °C), 2 h
	Activation: battery voltage < 12.3 V
Deep discharge protection, Cut-off voltage	11.0 V
Overvoltage protection	15.5 V
Undervoltage protection	10.5 V
Max. PV panel voltage	30 V
Temperature compensation	-4.2 mV/K (2 V cell)
Idle self consumption	4 mA
Grounding	Positive grounded
Ambient temperature	-40 to +60 °C
Max. altitude	4,000 m above sea level
Battery type	Lead acid (GEL, AGM, flooded)
Max. wire cross section	10 mm <sup>2</sup>
Dimensions (W x H x D)	100 x 61 x 20 mm
Weight	160 g
Type of protection	IP68 (casing), IP21 (contacts)

## Anexo 7: Ficha Técnica de la Batería a utilizarse en la Implementación del Sistema Solar Fotovoltaico



### DC12-40 (12V40Ah)

DC (Deep Cycle) series is specially designed for frequent cyclic discharge. By using strong grids and specially designed active material, the DC series battery offers 30% more cyclic life than the standby series. It is suitable for solar energy systems, marine and RV etc.

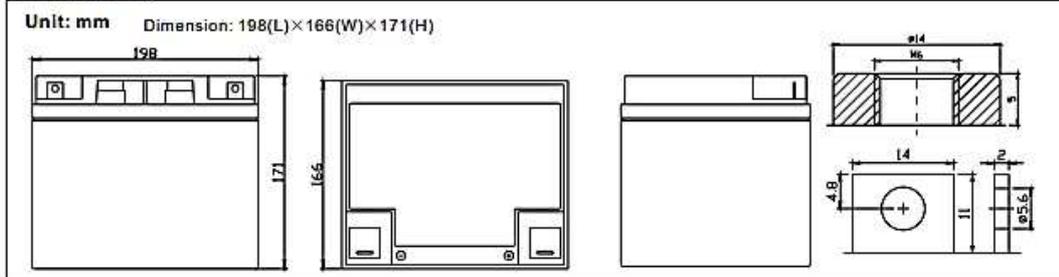


#### Specification

Cells Per Unit	6
Voltage Per Unit	12
Capacity	40Ah@10hr-rate to 1.80V per cell @25°C
Weight	Approx. 13.0 Kg (Tolerance ±3%)
Max. Discharge Current	400 A (5 sec)
Internal Resistance	Approx. 8 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	12A
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 ratio less than 3% per month at 25°C. Please charge batteries before using.
Terminal	Terminal F4/F11
Container Material	A.B.S. UL94-HB, UL94-V0 Optional.



#### Dimensions



## Anexo 8: Estructura de aluminio de los Paneles Solares Fotovoltaico



### Anexo 9: Transporte de los materiales para la implementación del Sistema Solar Fotovoltaico



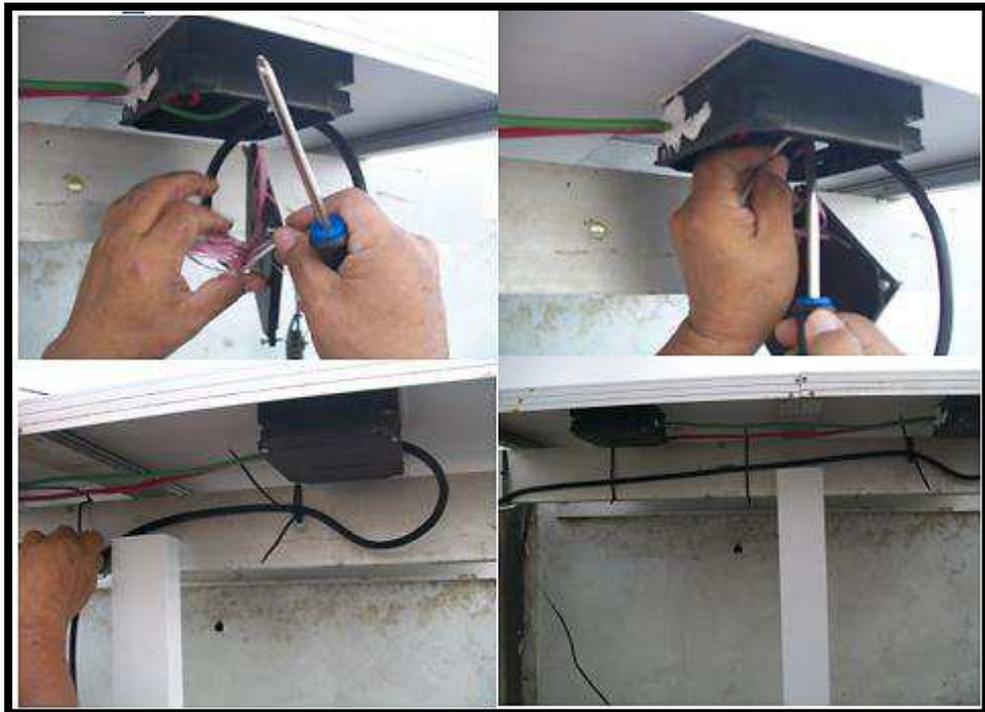
### Anexo 10: Conexión de los componentes para la implementación del Sistema Solar Fotovoltaico



**Anexo 11: Todos los componentes instalados de forma correcta en la caja de plástico reforzado**



**Anexo 12: Ajuste de la estructura de los Paneles Solares en la terraza de la Facultad de Ciencias Informática**



### Anexo 13: Conexión de los Paneles Solares.



**Anexo 14: Finalización del ensamblaje de los Paneles Solares en la terraza de la Facultad de Ciencias Informáticas.**



**Anexo 15: Verificación del funcionamiento del Controlador por medio del Voltímetro.**



### Anexos 16: Verificación del funcionamiento del Inversor por medio del Voltímetro



### Anexo 17: Prueba del funcionamiento del Sistema solar fotovoltaico utilizando una Laptop y un Celular Inteligente.



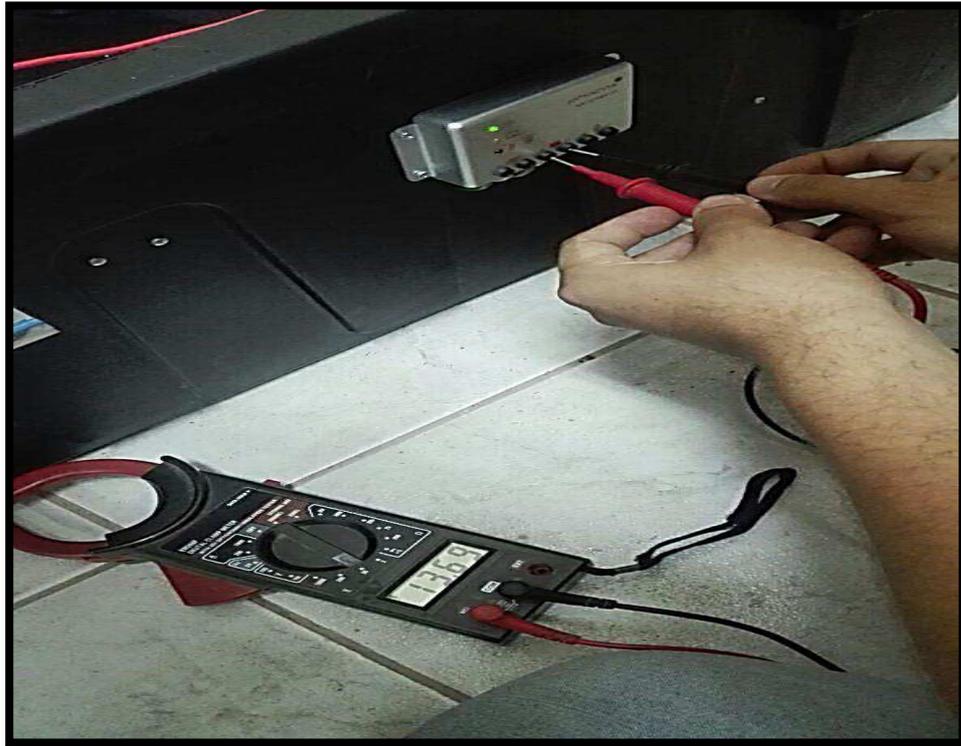
### Anexo 18: Colocando el vinil con las medidas precautelares.



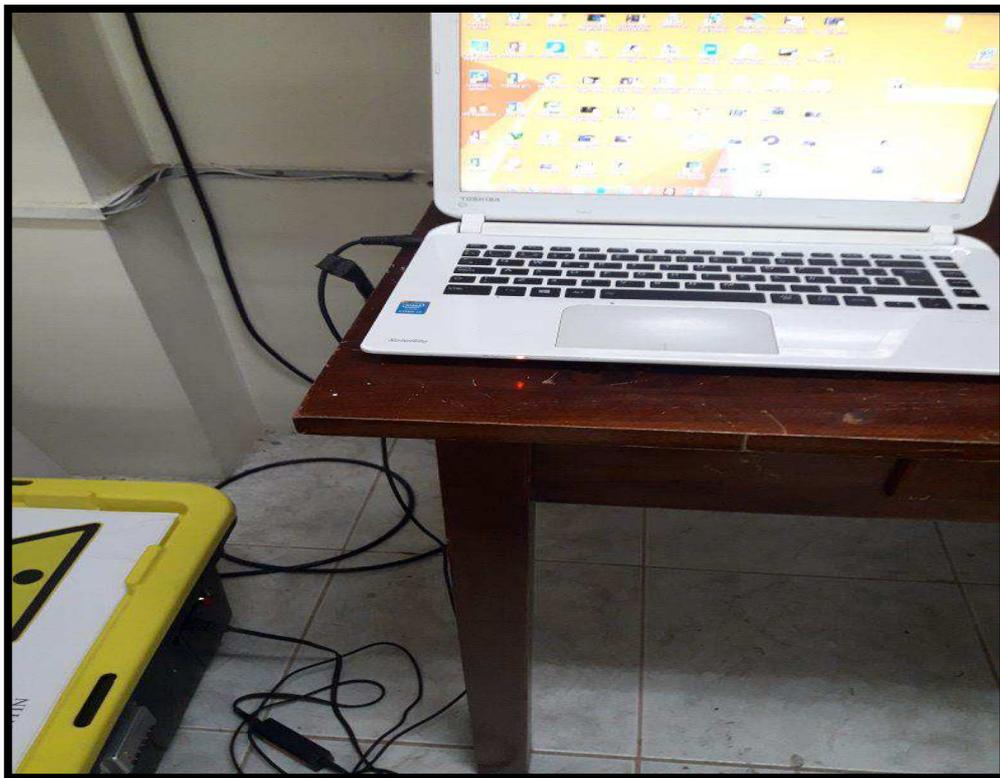
### Anexo 19: Vinil con medidas precautelares por la seguridad del usuario.



### Anexo 20: Voltaje de la batería.



### Anexo 21: Prueba sistema solar cargando laptop.



**Anexo 22: Prueba sistema solar cargando celular por cargador.**



**Anexo 23: Prueba sistema solar cargando celular por puerto USB.**



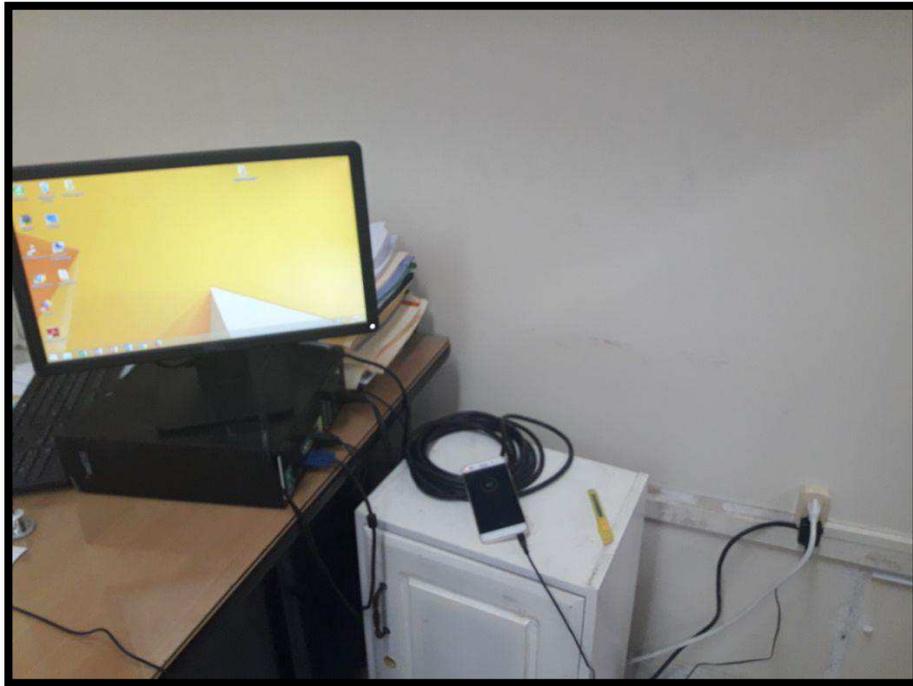
**Anexo 24: Colocación de extensión para conectar PC de escritorio al Sistema Solar Fotovoltaico.**



**Anexo 25: Revisión del Sistema Solar Fotovoltaico por parte del tutor**



**Anexo 26: Prueba de conexión al Sistema Solar Fotovoltaico conectando un celular y un PC de escritorio**



## Anexo 27:

### MANUAL DE MANTENIMIENTO

#### OBJETIVO

El objeto del presente Manual de Mantenimiento es establecer una serie de actuaciones indicadas para garantizar la mayor productividad posible de la instalación solar fotovoltaica, de forma que se minimicen los tiempos de parada por avería o mal funcionamiento y costes asociados a dichas fallas.

Para la redacción del presente Manual de Mantenimiento se ha seguido las recomendaciones de mantenimiento de los distintos fabricantes de los equipos, intentando siempre que la comprensión del mismo sea lo más sencilla posible.

#### PLANES DE MANTENIMIENTO MÁS COMUNES

##### MANTENIMIENTO CORRECTIVO

El mantenimiento correctivo es una forma de mantenimiento del sistema que se realiza después de haber ocurrido un fallo o problema en alguna de sus partes, con el objetivo de restablecer la operatividad del mismo. Se utiliza cuando es imposible de predecir o prevenir un fracaso, lo que hace el mantenimiento correctivo la única opción.

El proceso de mantenimiento correctivo se inicia con una avería y un diagnóstico para determinar la causa del fallo. Es importante determinar qué es lo causó el problema, a fin de tomar las medidas adecuadas, y evitar así que se vuelva a producir la misma avería.

Esta estrategia de mantenimiento puede resultar económica a corto plazo, al no invertir en planes de mantenimiento preventivo, si bien puede ocurrir que a causa de una falta de mantenimiento surja una avería que pueda resultar irreparable y con las graves consecuencias que esto conlleva, por lo tanto, no se recomienda este plan

de mantenimiento, por estar demostrado que es mucho más costoso que cualquier otro a medio y a largo plazo.

## **MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

El mantenimiento preventivo es aquel mantenimiento que tiene como primer objetivo evitar o mitigar las consecuencias de los fallos o averías de un sistema del equipo, logrando prevenir las incidencias antes de que estas ocurran. Este plan de mantenimiento permite detectar fallos repetitivos, disminuir los puntos muertos por paradas, aumentar la vida útil de equipos, disminuir coste de reparaciones, detectar puntos débiles en la instalación entre una larga lista de ventajas.

El mantenimiento preventivo en general se ocupa en la determinación de condiciones operativas, de durabilidad y de confiabilidad de un equipo. Un plan de mantenimiento correctamente planificado puede reducir considerablemente los fallos de una instalación y sus consecuentes consecuencias acarreadas.

## **MANTENIMIENTO FOTOVOLTAICO PREVENTIVO EN INSTALACIONES SOLARES:**

Este tipo de mantenimiento, al menos gran parte del mismo, se puede llevar a cabo por personal no especializado. Es decir, incluso el propietario de la instalación lo puede hacer. Son una serie de actividades fundamentales que podemos resumir en las siguientes directrices:

## **MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE GENERACIÓN (PANELES SOLARES):**

Consiste en retirar, una vez al mes, cualquier tipo de objeto, suciedad, etc, que pueda afectar a la correcta producción de los paneles solares. El polvo

acumulado o los restos de polución también deben ser eliminados en la medida de lo posible, ya que disminuirá la corriente eléctrica generada.

En cualquiera de las operaciones descritas, no se emplearán métodos que puedan rayar o estropear las placas solares, por lo que se desaconseja el uso de estropajos o productos abrasivos y es recomendable el uso de agua y un trapo, sin más complicaciones.

### **MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ACUMULACIÓN (BATERÍAS SOLARES):**

Es aconsejable, al menos una vez al mes, limpiar la parte superior de las baterías y bornes con una mezcla de bicarbonato sódico y agua (unos 100gr de bicarbonato por cada litro de agua). Una vez limpio, lavamos bien con agua y secamos con un trapo seco.

Durante el proceso de la limpieza, es importante que las baterías solares estén bien cerradas para evitar que entre bicarbonato dentro de ellas.

Los terminales de conexión es recomendable limpiarlos dos o tres veces al año siguiendo el mismo procedimiento, y también, si es posible, aplicando vaselina para cubrir las conexiones.

Se deberá verificar que el estado de carga de la batería se corresponde con las indicaciones del regulador de carga. En el caso de que este no disponga de carga de ecualización automática, se realizará de forma manual.

Como siempre, debemos seguir las indicaciones de cada fabricante antes de realizar cualquier proceso de mantenimiento.

### **INSPECCIÓN VISUAL DE POSIBLES DEGRADACIONES EN LOS PANELES FOTOVOLTAICOS:**

Se controlará que ninguna célula se encuentre en mal estado (cristal de protección roto, normalmente debido a acciones externas). Se comprobará que el marco del módulo se encuentra en correctas condiciones (ausencia de deformaciones o roturas). Es recomendable realizar la inspección cada 2 meses.

### **COMPROBACIÓN DE LA ESTRUCTURA SOPORTE DE LOS PANELES:**

La estructura soporte de los paneles fotovoltaicos suele estar fabricada íntegramente con perfiles de aluminio y tornillería de acero inoxidable, por lo que no requieren mantenimiento anticorrosivo. El mantenimiento de las mismas se aconseja realizarla cada seis-doce meses y consistirá en:

- ✚ Comprobación de posibles degradaciones (deformaciones, grietas, etc).
- ✚ Comprobación del estado de fijación de la estructura a cubierta. Se controlará que la tornillería se encuentra correctamente apretada, controlando el par de apriete si es necesario. Si algún elemento de fijación presenta síntomas de defectos, se sustituirá por otro nuevo.
- ✚ Comprobación de la estanqueidad de la cubierta. Consiste básicamente en cerciorarse de que todas las juntas se encuentran correctamente selladas, reparándolas en caso necesario.
- ✚ Comprobación del estado de fijación de módulos a la estructura. Operación análoga a la fijación de la estructura soporte a la cubierta.
- ✚ Comprobar la toma a tierra y la resistencia de paso al potencial de tierra.

### **REVISIÓN DEL BUEN FUNCIONAMIENTO DE LOS INVERSORES:**

Los inversores solares son uno de los equipos más delicados de los sistemas fotovoltaico por lo que requieren un mantenimiento fotovoltaico más exhaustivo.

Los trabajos de mantenimiento para los inversores solares son los siguientes:

A realizar al menos una vez cada seis meses:

- ✚ Limpieza o recambio de las esteras de los filtros de entrada de aire.
- ✚ Limpieza de las rejillas protectoras en las entradas y salidas de aire.

A realizar al menos una vez al año:

- ✚ Limpieza del disipador de calor del componente de potencia.
- ✚ Comprobar cubiertas y funcionamiento de bloqueos.
- ✚ Inspección de polvo, suciedad, humedad y filtraciones de agua en el interior del armario de distribución.
- ✚ Si es necesario, limpiar el inversor y tomar las medidas pertinentes.
- ✚ Revisar la firmeza de todas las conexiones del cableado eléctrico y, dado el caso, apretarlas.
- ✚ Comprobar si el aislamiento o los bornes presentan descoloración o alteraciones de otro tipo. En caso necesario cambiar las conexiones deterioradas o los elementos de conexión oxidados.
- ✚ Inspeccionar y, dado el caso, reponer las etiquetas de indicación de advertencia.
- ✚ Comprobar el funcionamiento de los ventiladores y atender a ruidos.
- ✚ Intervalos de sustitución preventiva de componentes (ventiladores, calefacción).
- ✚ Inspección visual de los fusibles y seccionadores existentes y, dado el caso, engrase de los contactos.
- ✚ Revisión de funcionamiento de los dispositivos de protección:
  - Interruptores de protección de la corriente de defecto.
  - Interruptores automáticos.
  - Interruptores de potencia.
  - Interruptores de protección de motores por accionamiento manual o mediante la tecla de control (si existe).
- ✚ Control de la función de sobre temperatura y revisar el funcionamiento del circuito de seguridad de esta función.