



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
EXTENSIÓN CHONE

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

TRABAJO DE TITULACIÓN

PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO ELÉCTRICO

TEMA:

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE PANEL SOLAR
FOTOVOLTAICA QUE SUMINISTRE 5KVA- 240VAC”.

AUTOR:

ELVIS EFRAÍN VERA ANDRADE

TUTOR:

LIC. RODOLFO ACOSTA BRAVO

CHONE-MANABÍ-ECUADOR

2015



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
EXTENSIÓN CHONE

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

Lic. Rodolfo Godofredo Acosta Bravo, Docente de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí campus Chone, en calidad de Tutor del Trabajo de Titulación,

CERTIFICO:

Que el presente Trabajo de Titulación de con el tema: “DISEÑO DE UN SISTEMA DE PANEL SOLAR FOTOVOLTAICA QUE SUMINISTRE 5KVA-240VAC”, ha sido exhaustivamente revisado en varias sesiones de trabajo, se encuentra listo para su presentación y apto para su defensa.

Las opiniones y conceptos vertidos en este trabajo de titulación de Grado son fruto de la perseverancia y originalidad de su autor: ELVIS EFRAÍN VERA ANDRADE, siendo de su exclusiva responsabilidad.

Chone, Marzo 2015

.....
Lic. Rodolfo Godofredo Acosta Bravo

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

La responsabilidad de las opiniones, investigaciones, presentados en este trabajo de Titulación de Grado, es exclusividad de su autor.

Chone, Marzo 2015

Elvis Efraín Vera Andrade
AUTOR



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
EXTENSIÓN CHONE

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

INGENIEROS ELÉCTRICOS

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el informe de investigación, sobre el tema: “*DISEÑO DE UN SISTEMA DE PANEL SOLAR FOTOVOLTAICA QUE SUMINISTRE 5KVA- 240VAC*”, elaborado por el egresado: Elvis Efraín Vera Andrade, de la carrera de la carrera de INGENIERÍA ELÉCTRICA.

Chone, Marzo 2015

.....
Dr. Víctor Jama Zambrano
DECANO

.....
Lic. Rodolfo Godofredo Acosta B.
TUTOR DE TITULACIÓN.

.....
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....
SECRETARIA

DEDICATORIA

Esta investigación va dedicada a por darme sabiduría y fortaleza para seguir con mis estudios, a mis padres por sus consejos y cariño por guiarme en toda mi vida estudiantil, donde me infundieron valores respeto y responsabilidad.

A mis hijos en especial les dedico todo mi esfuerzo y sacrificio, a mi esposa por su apoyo incondicional, a todos mis docentes que con sus motivaciones me impartieron todo sus conocimientos y aprendizajes. Mil gracias.

AGRADECIMIENTO

A Dios todopoderoso que ha iluminado mi vida en todos los momentos felices y tristes, a mis amigos y compañeros que con su amistad y afecto, pasamos lindos momentos en el aula, que solo quedan recuerdo agradables en mi vida estudiantil.

A toda mi familia que estuvo cerca de mí en buenos y malos momentos, siempre apoyándome espiritualmente y económicamente

ÍNDICE

CONTENIDO	Pág.
Portada	i
Aprobación del tutor	ii
Certificación de autoría	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Índice de contenidos	vi
1. Introducción.	1
2. Planteamiento del problema.	3
2.1. Contexto.	3
2.1.1. Contexto Macro.	3
2.1.2. Contexto Meso.	3
2.1.3. Contexto Micro.	4
2.2. Formulación del problema.	5
2.3. Delimitación del problema.	5
2.4. Interrogantes de la investigación.	6
3. Justificación.	7
4. Objetivos.	9
4.1. Objetivo General.	9
4.2. Objetivos Específicos.	9
CAPITULO I	10
5. MARCO TEÓRICO	10
5.1. Energía renovable.	10
5.1.1. Clasificación de energía renovable.	10
5.1.2. La energía solar y los paneles solares.	12
5.1.3. Sistema fototermico.	12
5.1.4. La conversión fotovoltaica.	12
5.1.5. Tipos de paneles fotovoltaicos.	13
5.1.6. Módulos solares de celdas de silicio.	13
5.1.7. Placas solares de capa fina	14

5.1.8.	Celdas flexibles.	15
5.1.9.	Capa transparente.	16
5.1.10.	Celdas orgánicas.	16
5.1.11.	Celdas de concentración.	16
5.1.12.	Eficiencia de celdas fotovoltaicas.	17
5.1.13.	Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico.	18
5.1.14.	Radiación solar.	19
5.1.15.	Radiación solar e irradiación global del lugar.	19
5.1.16.	Radiación solar y el ángulo de orientación.	21
5.1.17.	Radiación solar y los componentes de irradiación.	21
5.1.18.	Radiación solar y las variables astronómicas.	22
5.1.19.	Horas pico de radiación solar.	26
5.1.20.	Dimensionando el sistema fotovoltaico.	26
5.1.21.	Dimensionando de los sistemas autónomos.	28
5.1.22.	Determinación de horas pico.	29
5.1.23.	Determinación de inclinación óptima y HPS.	29
5.1.24.	Calculo de cantidad de paneles a emplear.	30
5.1.25.	Calculo de cantidad de batería.	31
5.1.26.	Estimación de la potencia del regulador.	32
5.1.27.	Estimación y parámetros del inversor.	32
5.1.28.	Calculo para el dimensionamiento del cableado.	33
5.2.	Calculo para el diseño del sistema de 5kva-240v.	34
5.2.1.	Diseño en bloque del sistema fotovoltaico.	34
5.2.2.	Inclinación de los paneles.	35
5.2.3.	Dimensionado de los paneles.	35
5.2.4.	Dimensionado de los acumuladores.	36
5.2.5.	Dimensionado del regulador de DC.	37
5.2.6.	Dimensionamiento del inversor.	38
	CAPITULO II	40
6.	Hipótesis.	40
6.1.	Variables.	40

6.2. Variable dependiente.	40
6.3. Variable independiente.	40
CAPITULO III	41
7. Metodología.	41
7.1. Tipos de investigación.	41
7.2. Niveles de la investigación.	41
7.3. Métodos.	41
7.4. Técnicas de recopilación de la información.	42
7.5. Población.	42
7.6. Muestra.	42
CAPITULO IV	43
8. Marco administrativo.	44
8.1. Recursos humanos.	44
8.2. Recursos financiero	44
CAPITULO V	45
9. Resultados, análisis e interpretación de datos.	45
10. Comprobación de la hipótesis.	56
11. Conclusiones.	56
12. Recomendaciones.	57
13. Bibliografía.	58
14. Anexos.	59

1. INTRODUCCIÓN.

En la presente investigación se concibe un enfoque de las nuevas tecnologías que han traído como consecuencia la necesidad de adaptar el hábitat del hombre, con el objeto de brindar mayores niveles de seguridad, confort y economía a la sociedad y así facilitarle el proceso de integración con el entorno, establecer los criterios tecnológicos necesarios del diseño de las obras con el necesario ahorro de energía, evitando las pérdidas por equipos de mala calidad y poca normativa.

Este proyecto de investigación cumple dos propósitos fundamentales: producir conocimientos, que es la parte de la investigación básica y resolver problemas prácticos que es la investigación aplicada; además está compuesta de distintas etapas interrelacionadas, cuya intención final es conseguir solucionar problemas de generación de energía eléctrica en nuestra comunidad.

Razón por la cual se realiza el siguiente proyecto de investigación: “DISEÑO DE UN SISTEMA DE PANEL SOLAR FOTOVOLTAICA QUE SUMINISTRE 5KVA- 240VAC”, ya que considero pertinente y positiva la misma, siguiendo las líneas de investigación, se plantea el PROBLEMA y hacemos un recorrido por los CONTEXTOS que han influido en el descubrimiento y desarrollo de soluciones en varios períodos de manera MACRO, MESO, y MICRO.

Por otra parte, se FORMULA, DELIMITA, y se puntualizan las INTERROGANTES DE LA INVESTIGACIÓN, lo que conduce a la elaboración del JUSTIFICATIVO para que este proyecto de tesis tenga la importancia que amerita esta investigación. Así mismo, con la indagación se obtuvo el OBJETIVO GENERAL y los ESPECÍFICOS, que serán la guía fundamental para dar una razón y criterio correcto a esta investigación.

Es por eso que en el CAPÍTULO UNO, se detallara todo lo concerniente a la parte técnica, modelos gráficos, cálculos, demostración científica, comparación y

desarrollo del tema propuesto como proyecto de tesis de grado, estando en ella incluidas las VARIABLES DEPENDIENTE E INDEPENDIENTE.

En el CAPITULO DOS, se plantea la HIPÓTESIS, la que se formula, no con el fin de elaborar una teoría, sino, para servir de guía en la investigación científica detallada en este proyecto de tesis. En el CAPITULO TRES, se detalla la METODOLOGÍA que se aplica a este proyecto, tales como el TIPO DE INVESTIGACIÓN, en este caso será de manera bibliográfica con los contenidos científicos citados, elaborados por otros autores y de criterio propio, por el conocimiento adquirido durante los años de estudio.

También se afianzará en el NIVEL DE INVESTIGACIÓN, detallada de manera descriptiva y comprobatoria todo esto sirve para elaborar en detalle y con certeza este proyecto de tesis. Además se especifica y de manera explícita los MÉTODOS que se aplican a esta investigación tales como el ANALÍTICO, DEDUCTIVO E INDUCTIVO, como también las técnicas de recolección de información siendo la más apropiada para este proyecto la ENCUESTA y la OBSERVACIÓN.

Teniendo como referencia la POBLACIÓN y MUESTRA de la “Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí” Extensión Chone, de igual manera en este mismo capítulo, se refiere también al MARCO ADMINISTRATIVO, donde se encontrará los datos de RECURSOS HUMANOS de quienes realizaron y apoyaron esta investigación, como también, el RECURSO FINANCIERO, donde se detallará los rubros que este proyecto necesita para su culminación.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

2.1. CONTEXTOS.

2.1.1. Contexto Macro.

El desarrollo tecnológico a nivel mundial se considera totalmente dependiente de la disponibilidad continua de suministro eléctrico, en la mayoría de los países, el suministro eléctrico comercial se abastece a través de redes nacionales, que interconectan numerosas estaciones generadoras a las cargas.

La red debe abastecer las necesidades básicas nacionales de iluminación, calefacción, refrigeración, aire acondicionado, transporte y residenciales, así como el abastecimiento crítico a comunidades gubernamentales, industriales, financieras, comerciales, médicas y de comunicaciones.

El suministro eléctrico comercial literalmente le permite al mundo del siglo XXI funcionar a un paso acelerado; la tecnología sofisticada ha penetrado profundamente en nuestros hogares, y con la llegada del comercio electrónico está cambiando continuamente la forma en la que interactuamos con el resto del mundo, de esta manera, el consumismo ha alcanzado grandes niveles de requerimiento energético por lo que se hace necesario producir energía con metodología renovable como la producción con equipos fotovoltaicos, que va acentuando su utilización en gran escala a nivel mundial.

2.1.2. Contexto Meso.

El Ecuador no está ajeno a esta realidad, muchos problemas en el suministro se originan en la red de suministro eléctrico comercial, que con sus miles de kilómetros de líneas de transmisión y distribución, está sometida a consumos elevados de energía, quedando por ocasiones saturadas las redes, razones que

permiten la elaboración de nuevas generadoras eléctricas de cualquier tecnología, sin embargo, es considerada la generación de energía eléctrica con sistemas fotovoltaicos, por ser libre de emanaciones de gases nocivas para la naturaleza tales como Loja, Galápagos, Cuenca, y otros.

2.1.3. Contexto Micro.

La Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone, no se encuentra ajena a la realidad, por ser un ente consumidor de energía eléctrica y por poseer Talleres, Laboratorios, Salones Auditorios con gran cantidad de equipos eléctricos, se ve en la necesidad de buscar la forma de abaratar costo en los pagos de planillas por consumo del servicio eléctrico, además de tener energía limpia.

En general el objetivo es brindar un soporte de generación eléctrica a la Universidad y evitar el gasto excesivo de recursos económicos, teniendo en cuenta la capacidad de generación que se estima en el proyecto que servirá para sustentar la investigación y de esta manera mejorar de la calidad de la energía en nuestra extensión universitaria.

2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

¿De qué manera favorece el diseño de un sistema de panel solar fotovoltaica que suministre 5kVA- 240VAC?

2.3. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.

2.3.1. Campo: Eléctrico

2.3.2. Área: Generación Fotovoltaica.

2.3.3. Aspectos:

- a. Sistema de panel solar fotovoltaica
- b. Suministro de energía eléctrica 5kva- 240vac.

2.3.4. Problema:

Falta de energía renovable en los predios de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone.

2.3.5. Delimitación Espacial:

La investigación se ejecuta en los predios de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone, con los estudiantes de 8^{vo} semestre de la carrera de Ingeniería Eléctrica.

2.3.6. Delimitación Temporal:

El desarrollo del Proyecto se ejecutó en el segundo semestre del 2014.

2.4. INTERROGANTES DE LA INVESTIGACIÓN.

- 1) ¿Qué son los sistemas de paneles solares?
- 2) ¿Cómo funcionan los sistemas de paneles solares?
- 3) ¿Cómo se genera energía eléctrica 5Kva- 240Vac con los paneles solares?
- 4) ¿Qué componentes se necesitan para suministrar energía eléctrica 5Kva- 240Kac?
- 5) ¿Cuál es la capacidad necesaria de los paneles solares para suministrar energía eléctrica de 5Kva- 240Vac?

3. JUSTIFICACIÓN DE PROBLEMA.

El desarrollo de la investigación se reviste de **utilidad** ya que se está dando a la creación de un sistema de energía de índole renovable y con el avance tecnológico, países como: Alemania y Tokio a la cabeza de la producción de energía limpia, el Ecuador no debe ser la excepción y por ello entendemos que a medida que la ciencia y tecnología avanza debemos tratar de alcanzar a la cabeza con proyectos amigables para la naturaleza.

Es por ello, que en el mundo entero se busca la solución o parte de ella, para la producción de energía con cero emisiones o contaminantes atmosféricos, partiendo de esa necesidad, se propone el “*Diseño de un sistema de panel solar fotovoltaica que suministre 5KVA – 240VAC*”, es por esto, que el tema es de gran relevancia para la sociedad por su carácter ecológico, ya que los daños ocasionados por la contaminación ambiental producidos por generadoras termoeléctricas que funcionan con derivados de petróleo, son notorias y deben ser disminuidos mediante la aplicación de todas las estrategias que sean necesarias.

Es de gran **interés** por su alto impacto en el modelo de generación de energía eléctrica con sistemas fotovoltaicos, que ha sido el precursor o el incentivo para la realización del presente trabajo de investigación. Las instituciones públicas del cantón Chone, deben estar interesadas en llevar estos estudios a un nivel práctico para disminuir los altos costos de planilla eléctricas. Como egresado de la ULEAM Extensión Chone es de mucho interés llevar a cabo esta investigación para conocer más de cerca esta innovación.

Es de gran **importancia**, porque su aplicación tendrá como resultados una institución que logre cuantificar y notar la disminución de las planillas eléctrica así como también los daños en los equipos eléctricos y electrónicos, porque las interrupciones de energía eléctricas serán sostenidas por el sistema fotovoltaico.

Este trabajo es **original** considerando que no existe en la ULEAM Extensión Chone, una investigación que involucre el diseño de un sistema de panel solar fotovoltaica que suministre 5kva- 240vac. Es **factible** porque cuenta la predisposición del investigador en realizar los procesos, el interés de las autoridades por mejorar el uso y tener una generación de energía eléctrica limpia y renovable, además se poseen los recursos necesarios.

La investigación responderá a la **Misión** de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone, porque los resultados que se obtengan serán de gran aporte académico. Esta investigación es indiscutible con la **Visión** de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión Chone, ya que suscita el desarrollo sostenible mediante el aporte del conocimiento del proponente hacia futuros proyectos.

4. OBJETIVOS.

4.1. Objetivo general:

Determinar la factibilidad del Diseño de un sistema de panel solar fotovoltaica que suministre 5Kva- 240Vac y mejorar el servicio eléctrico de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone en el segundo semestre del 2014.

4.2. Objetivos Específicos.

- 1) Describir qué son los sistemas de paneles solares.
- 2) Analizar el funcionamiento de los sistemas de paneles solares.
- 3) Establecer los criterios técnicos para la generación de energía eléctrica 5Kva- 240Vac con los paneles solares.
- 4) Detallar las características de los componentes que se necesitan para suministrar energía eléctrica 5Kva- 240Vac con los paneles solares.
- 5) Calcular la capacidad necesaria de los paneles solares para suministrar energía eléctrica de 5Kva- 240Vac.

CAPÍTULO I.

7. Antecedentes.

7.1. Energía renovable.

Las energías renovables son la alternativa más limpia para el medio ambiente, además, se encuentran en la naturaleza en una cantidad ilimitada y, una vez consumidas, se pueden regenerar de manera natural o artificial. Según el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), frente a las fuentes convencionales, las energías renovables son recursos limpios cuyo impacto es prácticamente nulo y siempre reversible.

7.1.1. Clasificación de la energía renovable.

a. Energía hidráulica.- Es la producida por la caída del agua. Las centrales hidroeléctricas en represas utilizan el agua retenida en embalses o pantanos a gran altura.

El agua en su caída pasa por turbinas hidráulicas, que transmiten la energía a un alternador, el cual la convierte en energía eléctrica.

b. Energía eólica.- Es la energía cinética producida por el viento. A través de los aerogeneradores o molinos de viento se aprovechan las corrientes de aire y se transforman en electricidad.

Dentro de la energía eólica, podemos encontrar la eólica marina, cuyos parques eólicos se encuentran mar adentro.¹

c. Energía solar.- Este tipo de energía nos la proporciona el sol en forma de radiación electromagnética (luz, calor y rayos ultravioleta principalmente). El uso

¹ <http://twenergy.com/a/que-son-las-energias-renovables-516>

de la energía del sol se puede derivar en energía solar térmica (usada para producir agua caliente de baja temperatura para uso sanitario y calefacción) solar fotovoltaica (a través de placas de semiconductores que se alteran con la radiación solar), etc.

d. Energía geotérmica.- Es una de las fuentes de energía renovable menos conocidas y se encuentra almacenada bajo la superficie terrestre en forma de calor y ligada a volcanes, aguas termales, fumarolas y géiseres. Por tanto, es la que proviene del interior de la Tierra.

e. Energía mareomotriz.- El movimiento de las mareas y las corrientes marinas son capaces de generar energía eléctrica de una forma limpia. Si hablamos concretamente de la energía producida por las olas, estaríamos produciendo energía undimotriz u olamotriz. Otro tipo de energía que aprovecha la energía térmica del mar basado en la diferencia de temperaturas entre la superficie y las aguas profundas se conoce como maremotérmica.

f. Energía de la biomasa.- Es la procedente del aprovechamiento de materia orgánica animal y vegetal o de residuos agroindustriales. Incluye los residuos procedentes de las actividades agrícolas, ganaderas y forestales, así como los subproductos de las industrias agroalimentarias y de transformación de la madera.

Las energías renovables son recursos abundantes y limpios que no producen gases de efecto invernadero ni otras emisiones dañinas para el medio ambiente como las emisiones de CO₂, algo que sí ocurre con las energías no renovables como son los combustibles fósiles. Una de sus principales desventajas, es que la producción de algunas energías renovables es intermitente ya que depende de las condiciones climatológicas, como ocurre, por ejemplo, con la energía eólica.

Con todo, el IDAE apunta que por su carácter autóctono, este tipo de energías "verdes" contribuyen a disminuir la dependencia de nuestro país de los

suministros externos, aminoran el riesgo de un abastecimiento poco diversificado y favorecen el desarrollo tecnológico y la creación de empleo.²

7.1.2. La energía solar y los paneles solares.- La Energía solar es la que llega a la Tierra en forma de radiación electromagnética (luz, calor y rayos ultravioleta principalmente) procedente del Sol, donde ha sido generada por un proceso de fusión nuclear, donde el aprovechamiento de la energía solar se puede realizar de dos formas: por conversión térmica de alta temperatura (sistema fototérmico) y por conversión fotovoltaica (sistema fotovoltaico).

7.1.3. Sistema fototérmico.- La conversión térmica de alta temperatura consiste en transformar la energía solar en energía térmica almacenada en un fluido, que sirve para calentar un líquido en unos dispositivos llamados colectores, estos líquidos alcanzan altas temperaturas que al evaporarse, alcanza grandes presiones dentro de una recámara con turbinas conectadas a generadoras eléctricas.

7.1.4. La conversión fotovoltaica.- Consiste en la transformación directa de la energía luminosa en energía eléctrica, al utilizar para ello unas placas solares formadas por células fotovoltaicas (de silicio o de germanio) enlazadas mediante terminales dentro del panel, y que alcanza tensiones nominales entre 6, 12, 24, 36,48 voltios continuos (DC), con una gama de potencias por encima de los 100 vatios.

Estas energías mantienen las ventajas en que es una energía no contaminante y proporciona energía barata en países no industrializados. Además tienen varios inconvenientes, entre ellas que es una fuente energética intermitente, ya que depende del clima y del número de horas de Sol al año. Por otro lado, su rendimiento energético es bastante bajo.³

² <http://twenergy.com/a/que-son-las-energias-renovables-516>

³ http://newton.cnice.mec.es/materiales_didacticos/energia/solar.htm

Los paneles o módulos tienen una vida útil de (25 a 30) años, estas células de silicio transforman la energía de los fotones de los rayos solares en energía eléctrica, este proceso funciona también cuando hay nubes livianas, pero con menos rendimiento, siendo muy importante la construcción interna de cada panel, específicamente cuántas células estén conectadas en serie, y el dimensionamiento del sistema solar.

El mejor rendimiento con luz de manera indirecta (con nubes livianas) tienen paneles que internamente ubican 36 o múltiplos de 36 celdas en serie, porque producen una tensión más alta, que permite cargar las baterías todavía con un promedio de 30 % de la potencia máxima.

Las placas fotovoltaicas no tienen partes móviles y por ello no necesitan mantenimiento, según su sitio de instalación debe ser limpiado manualmente con agua, estos módulos se colocan por ejemplo en el techo, donde llega mayor tiempo el sol o donde hay menos sombra.

7.1.5. Tipos de Paneles Fotovoltaicos.- Los paneles o módulos fotovoltaicos se pueden producir de muchos elementos, teniendo mejoras y nuevos métodos de producción, además el uso de nuevos elementos incluyendo materiales orgánicos, existiendo hoy una gran variedad de productos.

7.1.6. Módulos Solares de Celdas de Silicio.- Las celdas fabricadas de bloques de silicio (ingots) son las más comunes. La experiencia comprobó una vida útil con frecuentemente más de 40 años sin ningún mantenimiento. Se distinguen entre placas compuestas de celdas monocristalinas (izquierda) y policristalina (derecha).

En la práctica la diferencia entre ambas es mínima, teniendo la mayor eficiencia las monocristalinas, puede tener importancia cuando el espacio disponible es reducido.



Figura 1 de celdas monocristalinas y policristalinas.

Frecuentemente con placas policristalinas se puede conseguir más energía por el mismo precio y además, tradicionalmente se discutieron dos argumentos en contra de este tipo de placas solares que a continuación se detallara para mejorar el criterio técnico necesario para el abordado de la sinopsis.⁴

Aunque el silicio es muy abundante (por ejemplo en arena), la cantidad con suficiente pureza (99.9999%) es limitada y consecuentemente caro. Una escasez de silicio de alta pureza anunciado en 2005 fue evitada con nuevos descubrimientos y mejores procesos de fabricación. Varias empresas que invirtieron fuertemente en tecnologías alternativas hoy se encuentran en serios problemas para competir con los paneles de silicio tradicionales, cada vez más asequibles.

El argumento de que la energía (eléctrica) necesaria para producir las placas solares es mayor a la que ellas generan durante su vida (tiempo de retorno energético). Aunque con validez hace más de 50 años atrás, las placas de silicio fabricadas hoy con procesos modernos y celdas más finas necesitan menos de dos años para producir la energía que se usó para su propia fabricación, además, en países de alta radiación como el Ecuador, este tiempo de retorno todavía es más corto.

7.1.7. Placas solares de capa fina.- Para reducir los costos de producción y salir de la posible escasez de silicio se empezaron a investigar e invertir en placas de

⁴ <http://deltavolt.pe/energia-renovable/energia-solar/pvpaneles>

otros materiales. A más de paneles solares de capa fina (thin film solar cells) con silicio (amorfos), se logró una importante reducción de los costos usando otros elementos. Los más importantes son módulos de capa delgada de cobre, indio y selenio (CIS) o de cobre, indio, galio y selenio (CIGS) y módulos de capa delgada a base de cadmio y telurio (CdTe).



Figura 2 Celda solar de capa fina

Modernos procesos como por ejemplo tecnologías de imprenta resultan en capas ultra finas usando menos materia prima. Inversiones masivas en estas nuevas tecnologías (en gran parte asegurado por programas gubernamentales) permitieron instalaciones de parques solares de gran tamaño, con el resultado de que la empresa First Solar (EEUU) con sus placas tipo CdTe se convirtió en el 2009 temporalmente en el productor fotovoltaico más grande del mundo.

7.1.8. Celdas flexibles.- Las nuevas formas de producción permiten también producir celdas flexibles que abren posibilidades que la rigidez de los paneles tradicionales no lo permite. Estas celdas cada vez más se incorporan en la ropa, mochilas, sombrillas, etc. A parte de aplicaciones especiales, sirven para cargar aparatos de poco consumo.

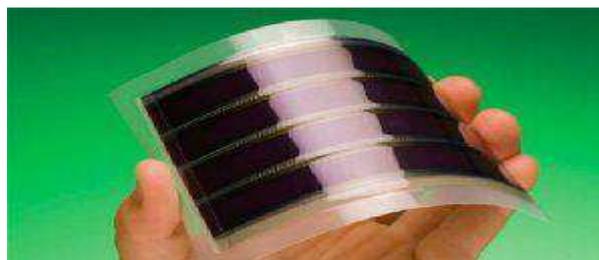


Figura 4 de celda flexible

Así se puede evitar un celular descargado, alimentar otros aparatos portátiles o tener luz en la playa una vez que se va el sol.

7.1.9. Capas transparentes.- Un desarrollo práctica es la recién empezada producción de ventanas con capas finas semi-transparentes. Es una válida alternativa arquitectónica para incluirlas en edificios. Con estas se puede reemplazar los vidrios polarizados y usar la energía generada para apoyar la climatización de los edificios.

7.1.10. Celdas orgánicas.- Celdas orgánicas ya se puede tejer en la ropa, por ejemplo para cargar aparatos de telecomunicación es la conocida y de interés especial es la Celda Grätzel de material simple similar a la fotosíntesis con características muy prometedoras. Con esta invención el Prof. Grätzel ganó el Premio Tecnológico del Millenium en el 2010. Actualmente están preparando una primera producción industrial.

A causa del uso de materiales simples, se espera en el futuro una importante reducción de los precios debido a la gran competencia leal y desleal que existen entre corporaciones que ven una gran fuente de riqueza en la producción de celdas fotovoltaicas. Contrario de las celdas cristalinas, estas tienen la ventaja que la eficiencia aumenta con la temperatura.

7.1.11. Celdas de concentración.- Concentrar la luz con sistemas ópticos es otro desarrollo para aumentar la relativamente baja eficiencia de las celdas fotovoltaicas y reducir los costos. Aunque se logró mejorar la eficiencia por un factor importante en los sistemas instalados, la necesidad de orientarlos exactamente hacia el sol y el control de la alta temperatura generada imponen sistemas sofisticados con un mantenimiento alto y costoso.

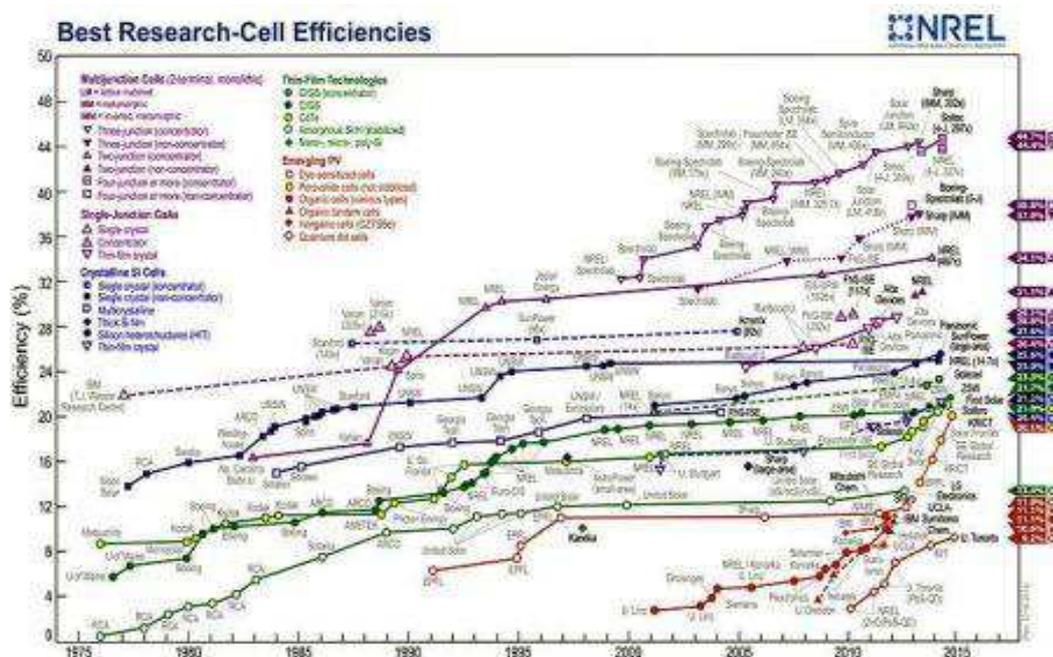
Nuevas tecnologías que eviten las desventajas están bajo desarrollo de esta manera las investigaciones continúan fuertemente. En 2013 por ejemplo se

alcanzaron con el mineral Perovskite producidas en el laboratorio celdas fotovoltaicas con una sorprendente eficiencia de 15% en el laboratorio.

Este mineral, la primera vez descrito en 1839, no es tóxico, abundante y conocido como semiconductor desde años. Lo excitante es el rápido avance en lograr esta eficiencia en menos de cuatro años (de solamente 3% en 2009), mientras otras tecnologías necesitaban décadas para lograr algo similar. Este salto nutre la esperanza de producir dentro de pocos años nuevas celdas de Perovskite hasta un 30% de eficiencia a costos muy bajos.

7.1.12. Eficiencias de Celdas Fotovoltaicos.-

A parte de reducir los costos de la producción relativamente complicada y especializada, el reto más importante es aumentar la eficiencia. Existe una sana competencia entre instituciones científicas internacionales. En los laboratorios se lograron eficiencias de más de 40%.⁵



La figura 5 muestra este proceso (fuente National Renewable Energy Laboratory, NREL).

⁵ <http://deltavolt.pe/energia-renovable/energia-solar/pvpaneles>

Lamentablemente faltan años, hasta que estos productos de mejor eficiencia sean disponibles comercialmente. Para el uso normal, las celdas monocristalinas son las más eficientes, seguidas por las policristalinas, mientras los mejores paneles monocristalinos superan ligeramente el 20%, la mayoría de los paneles en producción hoy captan alrededor del 15% de la energía disponible de la luz.

Los paneles amorfos y otros de capa fina pocas veces superan el 10% para usos especiales (por ejemplo satélites y el Mars Rover) se producen módulos de arseniuro de galio (GaAs) que alcanzan una eficiencia de 30% o unen varios elementos (células fotovoltaicas multi unión) superando 40% (vea gráfica).

Aunque con las placas de capa fina de relativamente poca materia prima se logró reducir el costo de producción, queda cierta inseguridad sobre su durabilidad, por lo que todavía falta suficiente experiencia histórica y junto con algunos problemas desfavorables con la producción y calidad dejan algunas dudas.

Mientras las placas mono- y policristalinas son garantizadas de producir 80% de su energía sobre 25 años, todavía no se puede garantizar esta vida con las tecnologías más recientes, lo que afecta directamente la rentabilidad de los sistemas sobre el tiempo y en general favorece a las placas tradicionales de silicio.⁶

7.1.13. Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico.- Para el correcto dimensionamiento se debe tener en cuenta varios parámetros que ayudaran de forma correcta a la mejor correlación de los equipos que se utilizarán en un sistema fotovoltaico y que dependerá de la potencia que será instalada.⁷

⁶ <http://deltavolt.pe/energia-renovable/energia-solar/pvpaneles>

⁷ T. Markvart, L. Castañer, *Practical Handbook of PHOTOVOLTAICS. Fundamentals and Applications, (Capítulo IIIa.3. Review of system desing and sizing tools de S. Silvestre.)* Editores. Elsevier, 2003.

7.1.14. Radiación solar.- El dimensionado de un sistema fotovoltaico depende de la energía solar disponible en el emplazamiento o lugar de la instalación y se debe considerar dos cuestiones clave importantes:

- a. Energía solar disponible en el emplazamiento y su variación durante el día y el año.

Las unidades que se estimarán son:

Irradiancia I: Potencia de la radiación solar (W) por m²: W/m²

Irradiación G: energía solar por m² durante un tiempo determinado (día, mes, año).

- b. Inclinación óptima del panel fotovoltaico para captar la máxima energía solar.

Las unidades más frecuentes:

Joules/m² = W·s/m²

kWh/m² = 3.6·10⁶ Joules/m²

Langley = 1caloría/cm² = 41.86·10³ Joules/m²

7.1.15. Radiación solar e Irradiación global del lugar.- Estos datos para diversos lugares del mundo pueden consultarse en la web: <http://eosweb.larc.nasa.gov/sse/RETScreen/>. Hay que entrar las coordenadas del lugar (latitud y longitud), que se pueden obtener por ejemplo en: <https://www.google.com.ec/maps/>.

A manera de ejemplos:

Barcelona: 41.40N 2.17E (41.40; 2.17); Lima: 12.07S 77.05O (-12.07; -77.05);

Estocolmo: 59.33N 18.07E (59.33; 18.07); Ecuador: 0°13'S 78° 31'O con referencia de sus capital Quito, y siendo el lugar donde se valla elabora el proyecto con las siguientes coordenadas geográficas -0.6967188,-80.1030806.

Notar en los datos que siguen, las grandes diferencias de energía solar entre los distintos lugares y entre los meses de mayor y menor radiación.⁸

ECUADOR- CHONE Latitud -0.697 / Longitud -80.103.

	Unidad	Locación e información del clima
Latitud	°N	-0.697
Longitud	°E	-80.103
Elevación	m	247
Temperatura baja	°C	20.48
Temperatura promedio	°C	30.09
Amplitud térmica	°C	9.3
Días fríos	días	0

Meses	T. del Air	Humedad. relativa	Radiación solar diaria - horizontal	Presión atmosférica	Velocidad del viento	T. de la tierra
	°C	%	kWh/m ² /d	kPa	m/s	°C
ENERO	24.9	75.5%	5.30	98.2	2.3	27.4
FEBRERO	25.1	78.3%	5.24	98.2	1.9	26.8
MARZO	25.1	78.5%	5.92	98.2	1.8	26.6
ABRIL	25.4	75.1%	5.81	98.2	1.8	27.4
MAYO	25.7	70.2%	5.26	98.2	2.0	28.0
JUNIO	25.6	65.0%	4.08	98.3	2.5	28.2
JULIO	25.5	60.7%	4.00	98.3	2.7	28.6
AGOSTO	25.6	58.5%	4.23	98.3	2.8	29.6
SEPTIEMBRE	25.3	62.2%	4.49	98.3	2.7	29.8
OCTUBRE	25.0	65.7%	4.54	98.3	2.7	29.6
NOVIEMBRE	24.4	68.0%	4.63	98.3	2.7	28.8
DICIEMBRE	24.7	71.4%	5.05	98.3	2.6	28.3
ANUAL	25.2	69.1%	4.88	98.3	2.4	28.3

Tabla 1

⁸ <http://espanol.mapsofworld.com/continentes/sur-america/ecuador/latitud-y-longitud-de-ecuador.html>

Componente directa I_d : parte de la energía que llega a un plano directamente de los rayos del sol.

Componente difusa I_d : parte de la energía que llega a un plano excluyendo la componente directa. Incluye el albedo que procede de reflexión por superficies próximas.

Irradiación global: $G_d = I_d + D_d$

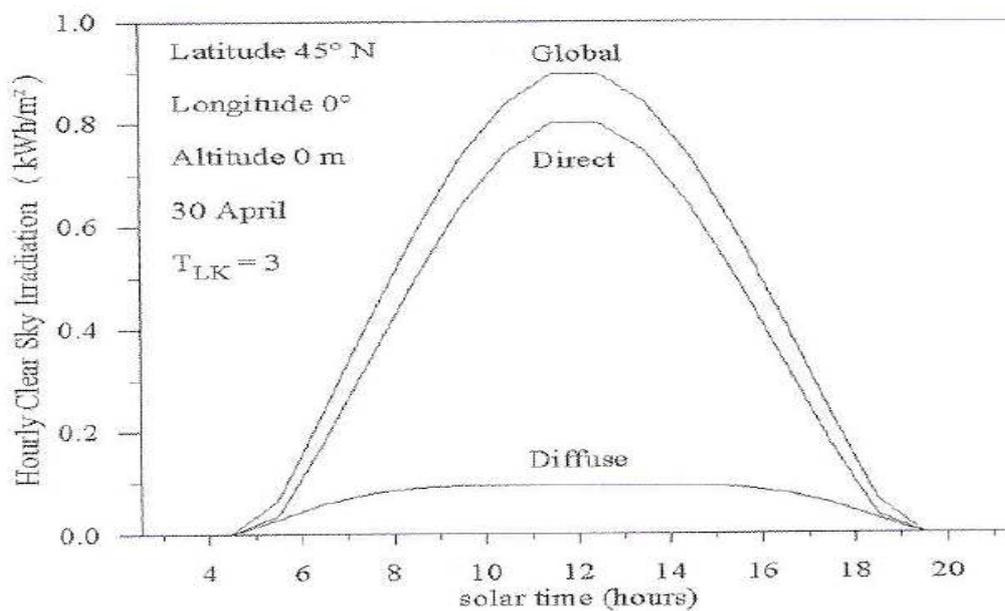


Figura de irradiación solar directa, difusa y global.

7.1.18. Radiación solar y las variables astronómicas.- Las fórmulas para calcular I_d y D_d utilizan magnitudes de coordenadas terrestres y celestes del lugar en donde se realiza el estudio y del sol, determinadas de esta manera:

- Declinación solar δ : es el ángulo que forma la línea sol-tierra y el plano ecuatorial celeste (proyección del ecuador terrestre).
- La eclíptica es la órbita que recorre el sol y forma un ángulo de 23.45° con el ecuador. $\delta=0$ el 21 de marzo y el 23 de septiembre.

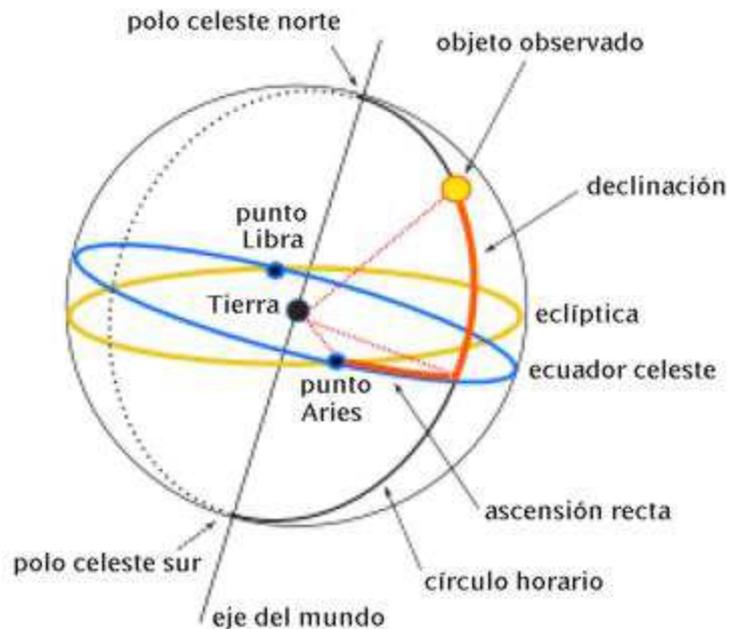


Gráfico de la declinación solar

- c. Latitud ϕ : es el ángulo entre el punto considerado y el ecuador, medido sobre el meridiano que pasa por el lugar.
- d. Longitud λ : es el ángulo entre que forman el plano del meridiano que pasa por el lugar con el de referencia (Greenwich)

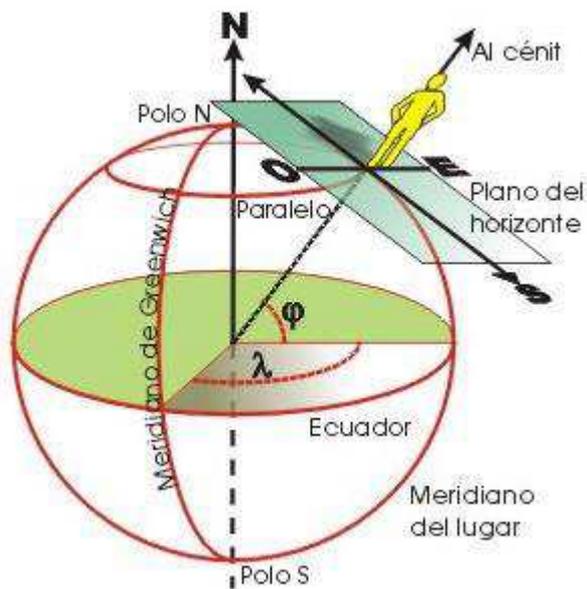


Gráfico del plano en el horizonte según el meridiano

- e. Altitud solar γ_s : ángulo desde el plano horizontal hasta el centro del disco solar.
- f. Azimut solar α_s : ángulo en el plano horizontal entre el plano que pasa por la vertical y el sol y la dirección norte sur.

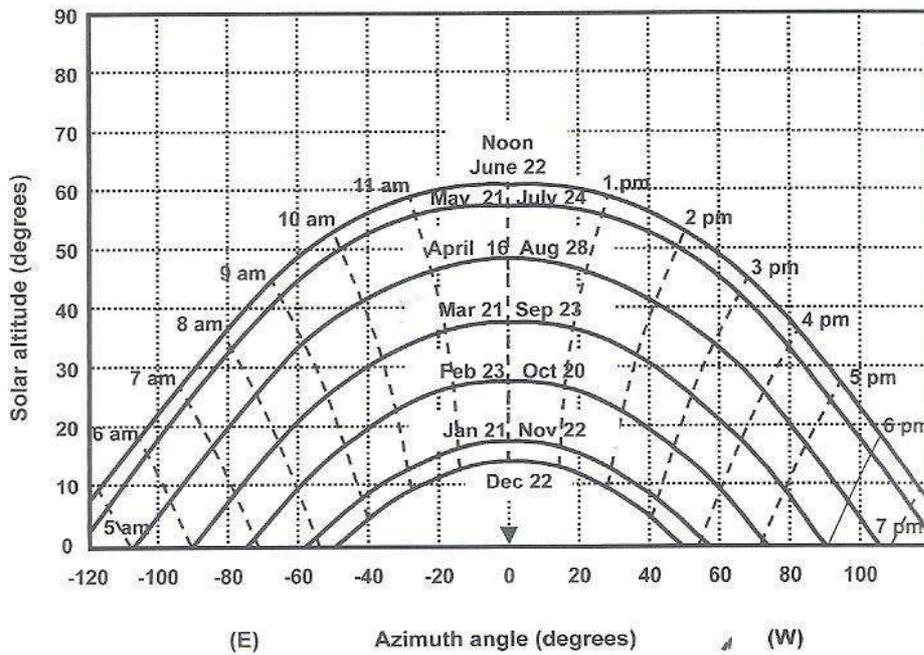


Gráfico del ángulo de azimut según la altitud del sol

Esto indica que el trayecto del sol en un lugar determinado varía a lo largo del año y la altitud junto al azimut permiten dibujar las trayectorias. Se razona en el gráfico que la duración del día es el doble del tiempo entre la hora de salida del sol y mediodía.

En un emplazamiento determinado el sol describe una trayectoria durante el día, por lo que cuando sale por el horizonte toma el nombre o se denomina orto (amanecer) y cuando desaparece por el horizonte toma el nombre o se denomina ocaso (anochecer). En el mediodía el sol tiene una altitud máxima que es cuando pasa por el meridiano del lugar, y se le asigna un ángulo solar 0. Si w_s es el ángulo de salida del sol, la duración del día es $2w_s$, por otro lado el ángulo de salida del sol w_s está en función de la declinación δ y de la latitud ϕ .

Por lo que la expresión queda demostrada de la siguiente forma:

$$\omega_s = \cos^{-1}(-\operatorname{tg} \emptyset \cdot \operatorname{tg} \delta)$$

La expresión para el cálculo de la irradiación solar sobre la superficie del sol queda expresada de la siguiente forma:

$$G_{od} (kWh/m^2 \text{ dia})$$

Donde:

$$G_{od} = \frac{24}{\pi} I_{CS} E_0 [(\omega_s \cdot \operatorname{sen} \delta \cdot \operatorname{sen} \theta) + (\cos \delta \cdot \cos \theta \cdot \operatorname{sen} \omega_s)]$$

$$I_{CS} = \text{constante solar} = 1367 \text{ W/m}^2$$

$$E_0 = \text{corrección excentricidad de la órbita} = 1 + 0.33 \cos\left(\frac{2\pi d_n}{365}\right)$$

d_n = orden del día en el calendario juliano

$$\omega_s = \text{ángulo de salida del sol} = \operatorname{arc} \cos(-\operatorname{tag} \emptyset \cdot \operatorname{tag} \delta)$$

\emptyset = latitud del lugar

$$\delta = \text{declinación solar} =$$

$$[(0,0006918 - 0,399912 \cos \gamma + 0,070257 \operatorname{sen} \gamma) - (0,006758 \cos 2\gamma + 0,000907 \operatorname{sen} 2\gamma) - (0,002697 \cos 3\gamma + 0,00148 \operatorname{sen} 3\gamma)]$$

$$\gamma = \text{ángulo diario} = 2\pi \frac{d_n - 1}{365}$$

Para el cálculo de la irradiación difusa solar en la superficie horizontal se denota la siguiente expresión:¹⁰

$$D_d (kWh/m^2 \text{ dia})$$

Donde:

$$D_d = G_d [1,39 - 4,027K_d + 5,531K_d^2 - 3,3,108K_d^3]$$

G_d = irradiación global en superficie horizontal

¹⁰ VINAS. LLUÍS, *Dimensionado de sistemas fotovoltaicos*, pág.(1-68), Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona, España

$$K_d = \text{índice de transparencia atmosférica} = \frac{G_d}{G_{0d}}$$

Para el cálculo de la irradiación directa solar en la superficie horizontal se denota la siguiente expresión:

$$I_d (\text{kWh/m}^2 \text{ dia})$$

$$I_d = G_d - D_d$$

Para el cálculo de la irradiación en el plano inclinado β suponiendo que $\alpha = 0$ ($\text{kWh/m}^2 \text{ dia}$). Siendo el factor de corrección geométrico:

$$R_b(\beta) = \frac{\omega_s \text{sen} \delta \cdot \text{sen}(\theta - \beta) + \cos \beta \cdot \cos(\theta - \beta) \text{sen} \omega_s}{\omega_s \text{sen} \delta \cdot \text{sen} \theta + \cos \delta \cdot \cos \theta \text{sen} \omega_s}$$

Y donde la radiación directa en el plano inclinado de β

$$I_d(\beta) = I_d * R_d$$

La radiación difusa en el plano inclinado de β

$$D_d(\beta) = D_d \left[\left(G_d - D_d \frac{R_b(\beta)}{G_{0d}} \right) + \frac{1}{2} (1 + \cos \beta) \frac{G_d - D_d}{G_{0d}} \right]$$

Donde la radiación global en el plano inclinado de β

$$G_d(\beta) = I_d(\beta) + D_d(\beta)$$

7.1.19. Horas pico de radiación solar.- Las Horas Pico Solar (HPS) equivale a la duración en horas de un día semejante, que con una irradiación constante de 1 kW/m², un panel proporcionara la misma energía total que el día considerado. Notar que si en determinado punto se recibe durante un día una irradiación G en kWh/m², las HPS de este día tendría el mismo valor numérico que G.

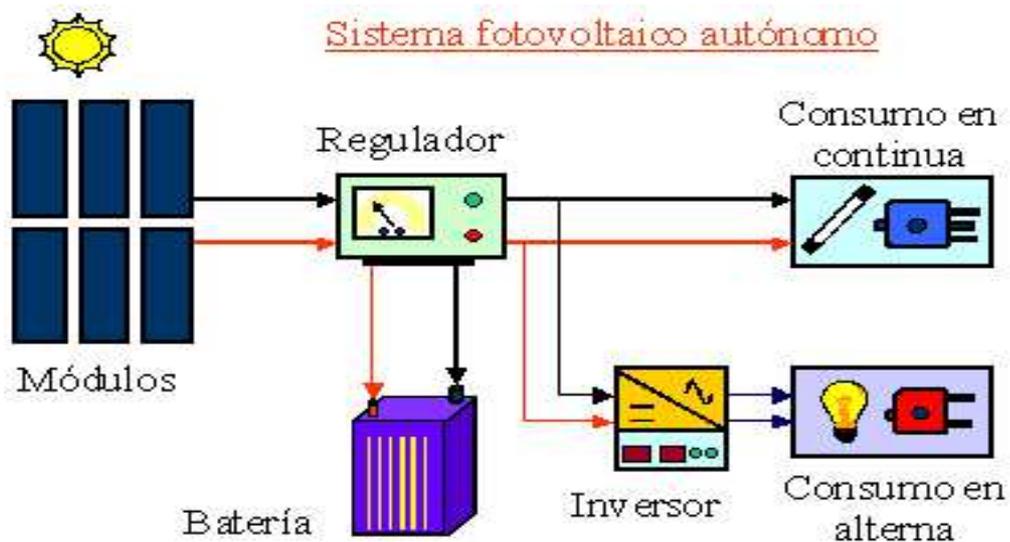
7.1.20. Dimensionando el sistema fotovoltaico.- Una vez elegida una inclinación del panel a la vista de la aplicación fotovoltaica concreta, los datos de radiación se concretan en una tabla de valores medios diarios de HPS para los distintos meses del año. Por lo que dimensionar un sistema fotovoltaico significa calcular el

número de sus componentes y su interconexión, para cumplir unos objetivos determinados que dependen de la aplicación concreta. Si se trata de un sistema fotovoltaico conectado a la red su objetivo es generar la máxima electricidad posible.

Si se trata de un sistema fotovoltaico autónomo su objetivo será asegurar la disponibilidad de electricidad durante el máximo tiempo posible. En el dimensionado, como en todo problema de diseño, hay infinitas soluciones y siempre es una solución de compromiso entre diversos factores técnicos, económicos y sociales.

Un sistema autónomo debe generar energía eléctrica y acumularla en baterías para ser utilizada en el momento en que se requiera. Es un sistema más complejo que el conectado a la red.

Actualmente el diseño de un sistema fotovoltaico se realiza utilizando herramientas informáticas, pero es conveniente hacer una primera aproximación “manual” para adquirir unos conocimientos cualitativos y cuantitativos básicos del sistema que hay que dimensionar.¹¹



¹¹ VINAS. LLUÍS, *Dimensionado de sistemas fotovoltaicos*, pág.(1-68), Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona, España

Figura en bloques de un sistema fotovoltaico

7.1.21. Dimensionado de los sistemas autónomos.- para realizar un buen dimensionamiento de un sistema fotovoltaico es necesario tener las siguientes consideraciones descritas en los siguientes métodos de cálculos.

a. Método de balance energético.- Que se basa en el principio de la energía generada y la energía consumida.

$$\text{Energía generada} = \text{Energía consumida}$$

Donde el cálculo de la energía consumida por día se emplea los siguientes tópicos imprescindibles para el cálculo de este sistema.

- Selección de las horas solar pico (HPS) para la aplicación
- Dimensionado del generador fotovoltaico: número de paneles y su interconexión
- Dimensionado del sistema de acumulación (baterías)
- Dimensionado del regulador de tensión y corriente
- Dimensionado del inversor de corriente (DC-AC)
- Dimensionado del cableado

b. Consumo de energía del usuario.- para la estimación de la cantidad de energía que el usuario va a requerir diariamente se necesitará establecer las siguientes incógnitas de las siguientes expresiones:

a. Cálculo de energía consumida en corriente continua:

$$E_{DC} = \sum P_{(DC)i} * t_{di}$$

Donde:

$P_{(DC)i}$ = potencia nominal del equipo en W

t_{di} = tiempo diario de uso en horas (h)

b. Energía consumida en corriente alterna (AC) en Wh:

$$E_{AC} = \sum P_{(AC)i} * t_{di}$$

Donde:

$P_{(AC)i}$ = potencia nominal del equipo en W

t_{di} = tiempo diario de uso en horas (h)

El consumo total diario en (Wh) quedara establecido de la siguiente forma:

$$E_T = \frac{E_{DC}}{n_{BAT}} + \frac{E_{AC}}{n_{BAT} * n_{INV}}$$

Donde:

$n_{BAT}; n_{INV}$ = Eficiencia de la batería y del inversor.

7.1.22. Determinación de las horas picos.- El método de balance energético parte de la igualdad entre energía consumida por día y energía generada por día:

$$E_T = HPS * P_p * N_T$$

Donde la energía generada por día es la potencia pico del panel (se supone que trabajará en el punto de máxima potencia) por el número de horas pico del día, por el número de paneles. Se puede determinar dos estrategias para determinar HPS:

- a. HPS media del peor mes. Minimiza el sistema de acumulación, pero usa más paneles que los estrictamente necesarios.
- b. HPS media del año. Minimiza el número de paneles, pero deberá invertir más en un sistema de acumulación mayor.

Además de lo antes expuesto es necesario tener unas estrategias que nos ayuden a mitigar el peor mes de irradiación solar, entre ella tenemos:

7.1.23. Determinación de inclinación óptima y HPS.- de esta forma se debe buscar la mejor inclinación de los paneles para así obtener una buena radiación solar en los paneles.

- a. Obtención de la tabla de radiación global diaria (kWh/m²) en el emplazamiento de la instalación para cada mes y para diversas inclinaciones.
- b. Obtención de la tabla de consumo diario ET (kWh) para cada mes.
- c. Obtención de la tabla diaria de relación consumo/radiación para cada mes y cada inclinación.
- d. Identificación para cada inclinación del máximo consumo/radiación. Se obtiene el mes más desfavorable para cada inclinación.
- e. Del conjunto de valores anteriores se elige la inclinación que tenga el valor menor, es decir, la radiación mayor.
- f. Se toma el HPS del peor mes y de la mejor inclinación para este mes.

Según las estrategias para una media anual, se debe determinar la inclinación óptima y HPS considerando los siguientes tópicos:

- a. Obtención de la tabla de radiación global diaria (kWh/m²) en el emplazamiento de la instalación para cada mes y para diversas inclinaciones.
- b. Cálculo de la irradiación anual total para diversas inclinaciones.
- c. Seleccionar la inclinación que proporciona una irradiación total anual mayor.
- d. Calcular el HPS medio diario dividiendo la irradiación anual por 365.

7.1.24. Cálculos de la cantidad de paneles a emplear.- Para determinar la cantidad de paneles que se usaran en un sistema de generación eléctrica mediante la obtención de energía solar, se deben realizar los siguientes cálculos.

a. Cálculo del número total de paneles por balance energético:

$$N_T = E_T / [HPS * P_p * P_G]$$

Donde:

$HPS = G_d(\beta)$ = irradiación global en plano inclinado β

P_p = Potencia pico del panel

P_G = Factor global de pérdidas (entre 0,65 y 0,9)

b. Cálculos del número de paneles en serie:

$$N_S = V_{BAT} / V_p$$

Donde:

V_{BAT} = tensión nominal de la batería.

V_p = tensión nominal del panel.

c. Cálculo del número de ramas de paneles en paralelos:

$$N_p = N_T / N_S$$

Los valores de N_p, N_T, N_S , se redondean por exceso.

7.1.25. Calculo de cantidad de baterías.- Deben considerarse los siguientes parámetros para el correcto funcionamiento del sistema según el tipo de clima y otras variantes que se interpongan en el correcto orden de funcionamiento, con lo que se debe estimar la mínima energía que debe proporcionar la batería a las cargas ΔE (Wh). A determinar según especificaciones de la instalación y considerando:

a. Días de autonomía D: número de días consecutivos que, en ausencia de sol, el sistema de acumulación debe poder proporcionar: $\Delta E_{\text{aut}} = D \cdot E_T$ Este requisito deben cumplirlo todos los sistemas

b. Déficit estacional: para atender al déficit entre la energía consumida y la energía generada durante determinado período de tiempo: $\Delta E_{\text{def}} = [E_T - E_G]$ periodo Requisito importante para la estrategia de media anual, donde la máxima profundidad descarga Pd (usualmente para baterías de plomo ácido Pd=0.7) y la capacidad del sistema de acumulación (baterías):

$$C_n = (Ah) = \frac{\Delta E}{V_{\text{bat}} * P_d}$$

7.1.26. Estimación de la potencia del regulador.- Corresponde calcular la máxima corriente (IR) que debe ser capaz de soportar el regulador en funcionamiento. Tiene que ser la mayor entre (IG) corriente generada por los paneles, y (IC) corriente consumida por las cargas:

$$I_R = \max(I_G, I_C)$$

Donde el valor de IG será:

$$I_G = I_{\text{pmpP}} * N_p$$

$$I_{\text{pmpP}} = P_p / V_{\text{pmpP}}$$

I_{pmpP} = corriente producida por cada rama en paralelo

N_p = número de ramas en paralelos de los paneles

P_p = potencia pico del panel fotovoltaico

V_{pmpP} = tensión nominal del panel en punto máxima potencia

El valor de IC será:

$$I_C = P_{DC} / V_{\text{bat}} + P_{AC} / 220$$

7.1.27. Estimación y parámetros del inversor.- Los parámetros para seleccionar el inversor tiene mucha relación con la capacidad de corriente que se necesita y según los parámetros se necesita:

- a. Potencia nominal (kW): ligeramente superior a P_{AC} (no conviene sobredimensionarlo para conseguir que trabaje en la potencia que presenta mayor eficiencia.
- b. Tensión nominal de entrada (V): será la del sistema de acumulación, pero estableciendo un cierto margen ya que la tensión de las baterías varía.
- c. Tensión nominal de salida (V_{ef}).
- d. Frecuencia de operación (Hz) - Eficiencia del inversor

7.1.28. Cálculo para el dimensionamiento del cableado.- Debe estimarse la sección de los cables. Es un aspecto importante debido al alto valor de la corriente continua que circula por el sistema, que puede producir pérdidas significativas de energía por efecto Joule. Su valor puede estimarse de la siguiente forma:

$$P_R = I^2 * R_C$$
$$R_C = \rho * (L/S)$$

P_R = potencia perdida en los cables por efecto joule.

R_C = resistencia óhmica de los cables.

ρ = resistividad del conductor del cable.

L = longitud de los cables.

S = sección del conductor del cable.¹²

¹² VINAS. LLUÍS, *Dimensionado de sistemas fotovoltaicos*, pág.(1-68), Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona, España

7.2. Cálculos para el diseño de un sistema de panel solar fotovoltaica que suministre 5kva- 240vac

Para realizar el cálculo se establece que el perfil de potencia instalada será de 5kva a una tensión de 240voltios, los días de trabajos o autonomía serán 7 días, y la tensión nominal de los acumuladores es de 24voltios con una eficiencia del 0,95%, la eficiencia del inversor es del 0,90%, con un factor de potencia de 0,9 para el cálculo del circuito completo.

$$E_T = \frac{E_{DC}}{n_{BAT}} + \frac{E_{AC}}{n_{BAT} * n_{INV}}$$

Al reemplazar quedaría omitida el consumo DC, debido a que todo el circuito estará alimentada por la componente AC con una potencia máxima de consumo:

$$E_{AC} = VA * \cos\phi (W)$$

$$E_{AC} = 5000VA * 0,9$$

$$E_{AC} = 4500vatios$$

$$E_T = \frac{E_{AC}}{n_{BAT} * n_{INV}}$$

$$E_T = \frac{4500}{0,95 * 0,90}$$

$$E_T = 5263,16 W/h \text{ Día}$$

7.2.1. Diseño en bloque del sistema fotovoltaico.- Según el diagrama en bloques, es sistema estará dispuesto con la totalidad de todos d sus componentes

en forma sistemática y orientada según lo dispuesto en la instalación básica de un sistema de esta naturaleza, disponiéndose de la siguiente forma:



Figura de la composición básica del sistema fotovoltaico 5Kva – 240V.

7.2.2. Inclinación de los paneles solares.- Según el método antes descrito y tomando en cuenta las HPS= 1501h, la orientación de los paneles debe estar hacia el Sur, de 30° a 45° en verano y de 55° a 60° en invierno, tomando una media en ambos casos 37,5° para verano y 57,5° para invierno, como el diseño es fijo se debe obtener una media de ambas orientaciones para contemplar la máxima radiación en las dos estaciones meteorológicas, esta sería de **47,5°** de inclinación.

7.2.3. Dimensionado de los paneles fotovoltaicos.- Las características de los paneles que se han elegido para trabajo tienen la siguiente denominaciones técnicas:

Panel fotovoltaico de potencia 110 Wp,

Tensión de panel $V_{pmP} = 17.4$ V

Corriente de panel $I_{pmP} = 6.3$ A

El número total de paneles, tomando HPS = 1,501 horas (peor mes) y con un factor de pérdidas PG = 0.75 será:

$$N_T = \frac{E_T}{P_p * HPS * P_G}$$

$$N_T = \frac{5263,16W}{110W * 1,501h * 0,75}$$

$$N_T = 42,5 \text{ Paneles}$$

El número de paneles en serie será:

$$N_s = \frac{V_{BAT}}{V_p}$$

$$N_s = \frac{24V}{17,4V}$$

$$N_s = 1,38 \text{ paneles en serie}$$

Equivalente a 2 paneles en serie

El número de ramas de paneles en paralelo será:

$$N_p = \frac{N_T}{N_s}$$

$$N_p = \frac{43}{2}$$

$$N_p = 21,5 \text{ Paneles en Paralelo}$$

Equivalente a 22 ramas en paralelos

7.2.4. Dimensionamiento de los acumuladores (baterías).- Para este modelo en el diseño se considera la especificación de 7 días de autonomía en ausencia de sol:

$$\Delta E = D * E_T$$

$$\Delta E = 7 * 5263,16$$

$$\Delta E = \mathbf{36842,12Wh}$$

Según el proceso de descarga, se le asignan un margen equivalente al 70%

$$C_n(Ah) = \frac{\Delta E}{V_{BAT} * P_d}$$

$$C_n(Ah) = \frac{36842,12Wh}{24V * 0,7P_d}$$

$$C_n(Ah) = \mathbf{2192,98Ah}$$

Si se divide los Ah por la capacidad de la batería se obtiene el número de baterías que llevara el banco.

$$T_{BAT} = \frac{C_n}{I_{BAT}}$$

$$T_{BAT} = \frac{2192,98 Ah}{70Ah}$$

$$T_{BAT} = \mathbf{31,33 BATERIAS}$$

7.2.5. Dimensionamiento del regulador DC.- La corriente máxima que producirá el sistema generador de paneles fotovoltaico será de:

$$I_G = N_p * I_{pmpP}$$

$$I_G = 22 * 6,3A$$

$$I_G = \mathbf{138,6A}$$

La corriente máxima que pueden consumir las cargas será de:

$$I_C = \frac{P_{AC}}{V_{OUT}}$$

$$I_C = \frac{4500W}{240V}$$

$$I_C = 18,75A$$

La corriente máxima que debe soportar el regulador es de:

$$I_R = \max(I_G; I_C)$$

$$I_R = 138,6A$$



Figura de un regulador de corriente DC para Batería

7.2.6. Dimensionamiento del inversor.- Para el cálculo del inversor se toma en cuenta las pérdidas del banco de baterías y las pérdidas propias del inversor, que dependen de las características técnicas del equipo a instalar, que en el caso de este proyecto se asume el 10% de pérdida en el inversor y un 30% en el banco de baterías, por lo tanto:

$$E_{Inv} = E_T * (0,10 + 0,30)$$

$$E_{Inv} = 4500W * 1,40$$

$$E_{Inv} = 6300W/h$$

Que dando establecido que el inversor de ser de una capacidad superior a la potencia instalada en los paneles fotovoltaicos, debido a que este equipo debe trabajar constantemente y con fluctuaciones de potencia muy erráticas.



Figura del inversor de CD a CA

De esta forma queda establecido el modelo estructurado para un sistema fotovoltaico que generará 5kVA -240V, que cumple con todos los parámetros técnicos y ambientales, cumpliendo con lo que establece el CONELEC, en función de los sistemas de generación eléctrica con modelos ambientalista y preservación de la fauna animal y vegetal.

CAPITULO II

8. HIPÓTESIS

El diseño de un sistema de panel solar fotovoltaica que suministre 5kva-240Vac favorecerá el suministro de energía eléctrica a los predios de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone en el segundo semestre del 2014.

6.1. VARIABLES.

6.1.1. Variable dependiente.

Sistema de panel solar fotovoltaica.

6.1.2. Variable independiente.

Suministro de energía eléctrica de 5kva- 240vac.

6.1.3. Termino de relación.

Favorecerá

CAPITULO III

7. METODOLOGÍA.

7.1. Tipo de Investigación.

Para desarrollar el trabajo investigativo, se aplicarán propiedades de la investigación como de campo y documental.

La investigación de campo, se desarrollara en los predios de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone, para analizar las necesidades de energía. Así mismo se utilizará la metodología documental, ya que esta permite obtener información para elaborar el marco teórico, a través de libros, revistas, páginas. Web.

7.2. Niveles de la Investigación.

Según los principios generales de la investigación se emplea el método analítico para descomponer la información y profundizar en el problema además el método sintético para lograr una mejor comprensión e interpretación de la información recopilada.

7.3. Métodos.

Los métodos que se aplicará en esta investigación:

a) Hipotético Deductivo.- Siendo este el procedimiento o camino que sigue el investigador para hacer de su actividad una práctica científica. El método hipotético-deductivo tiene varios pasos esenciales: observación del fenómeno a estudiar, creación de una hipótesis para explicar dicho fenómeno, deducción de consecuencias o proposiciones más elementales que la propia hipótesis, y

verificación o comprobación de la verdad de los enunciados deducidos comparándolos con la experiencia, con la finalidad de calcular las necesidades de energía fotovoltaica.

b) Sintético.- Es un proceso de razonamiento que tiende a reconstruir un todo, a partir de los elementos distinguidos por el análisis; se trata en consecuencia de hacer una explosión metódica y breve en resumen, en relación al suministro de energía.

c) Inductivo.- Es aquel método científico que obtiene conclusiones generales a partir de premisas particulares, tratándose del método científico más usual, en el que pueden distinguirse cuatro pasos esenciales: la observación de los hechos para su registro; la clasificación y el estudio de estos hechos; la derivación inductiva que parte de los hechos y permite llegar a una generalización; y la contrastación, para establecer la veracidad de la hipótesis.

d) Descriptivo.- Se ocupa de la descripción de datos y características de una población, siendo el objeto la adquisición de datos objetivos, precisos y sistemáticos que pueden usarse en promedios, frecuencias y cálculos estadísticos similares, con la finalidad de obtener información primaria.

e) Estadístico.- El Método Estadístico como proceso de obtención, representación, simplificación, análisis, interpretación y proyección de las características, variables o valores numéricos de un estudio o de un proyecto de investigación para una mejor comprensión de la realidad y una optimización en la toma de decisiones

7.4. Técnicas de Recolección de la Información.

La técnica que se utiliza es la Encuesta, en la que el investigador busca recopilar datos por medio de un cuestionario previamente diseñado, sin modificar el

entorno ni controlar el proceso que está en observación, que debe estar relacionada con los objetivos específicos.

7.5. Población.

La población a utilizar en la investigación son los Estudiantes de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone, en total son 63 personas que participan.

7.6. Muestra.

Se utilizará el 100% de la población constituida por 63 estudiantes.

TABLA #1

Lugar	Población	Muestra	Porcentaje
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Ext. Chone	Estudiantes de la carrera de Eléctrica	63	100%
	TOTAL:	63	100%

CAPITULO IV

8. MARCO ADMINISTRATIVO

8.1. Recursos:

8.1.1. Recursos Humanos:

Investigador: Elvis Efraín Vera Andrade

Tutor: Lic. Rodolfo Acosta Bravo

Docentes y estudiantes de 8^{vo} semestre de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone.

8.1.2. Recursos Financieros.- Los recursos financieros necesarios son autofinanciados por el investigador

TABLA N° 2:

ÍTEMS	Unidad	CAN	C. UNITARIO	SUBTOTAL
Fotocopiados	u	650	0,03	13,50
Servicio de Internet	Mes	4	20,00	80,00
Viajes para cotizar equipos	U	8	60	480,00
Impresiones	U	1000	0,15	150,00
Impresiones de trabajo	U	1000	0,25	25,00
Encuadernación y empastado	U	6	10,00	60,00
Trabajo final	G	1	159,35	159,35
Estudio del sistema	G	1	400,00	400,00
Paneles solares miniatura	U	10	15	150,00
Sub total				1.742,85
Imprevisto 10 %	G			174,29
TOTAL				1.917,14

Elaborado Por: Elvis Vera

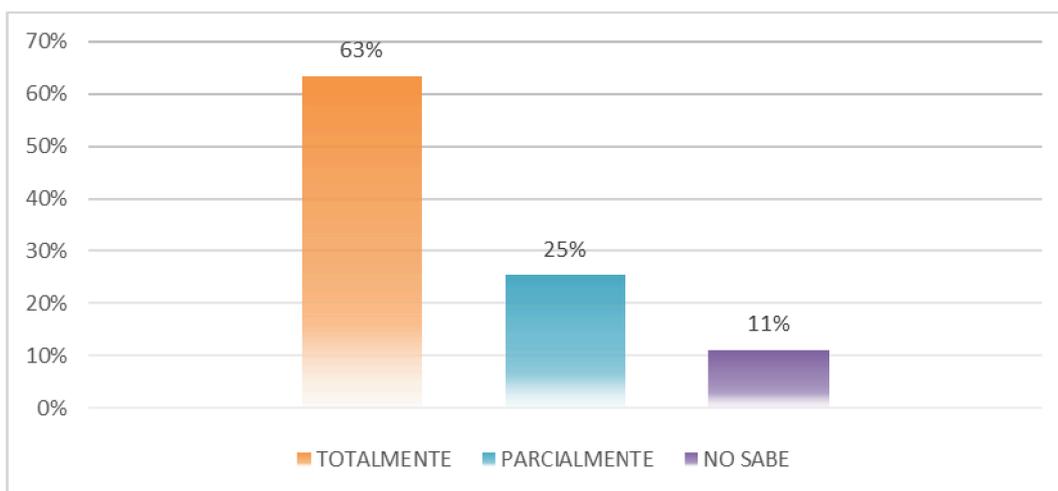
CAPITULO V

9. RESULTADOS OBTENIDOS DEL ANÁLISIS DE DATOS.

Mediante el análisis y la interpretación de los datos obtenido de la encuesta a los estudiantes de 8vo semestre de la carrera de ingeniería eléctrica, se pudo concluir lo siguiente:

1¿Sabe usted que son los paneles solares?

OPCIONES	f	%
TOTALMENTE	40	63,49
PARCIALMENTE	16	25,40
NO SABE	7	11,11
Total	63	100



Fuente: Estudiantes de 8vo semestre de Ingeniería Eléctrica

Autor: Elvis Vera Andrade

Fecha de ejecución: enero del 2015

Análisis e interpretación de datos,

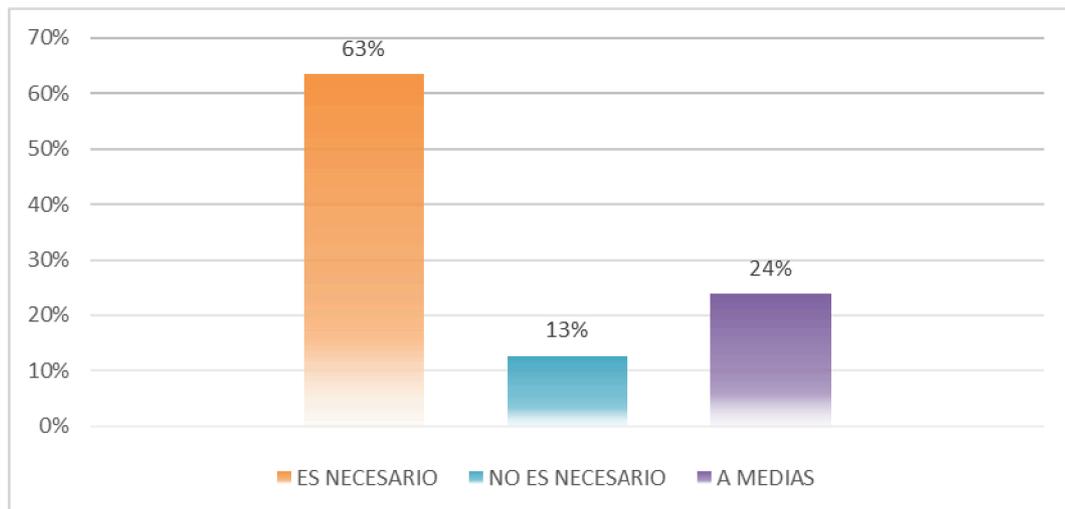
El 63% de la muestra seleccionada, informa que conoce totalmente sobre los paneles solares.

El 25% de la muestra seleccionada, informa que conoce parcialmente sobre los paneles solares.

El 11% de la muestra seleccionada, informa que no sabe sobre los paneles solares.

2:¿Es necesario conocer las características de los paneles solares?

OPCIONES	f	%
ES NECESARIO	40	63,49
NO ES NECESARIO	8	12,70
A MEDIAS	15	23,81
Total	63	100



Fuente: Estudiantes de 8vo semestre de Ingeniería Eléctrica

Autor: Elvis Vera Andrade

Fecha de ejecución: enero del 2015

Análisis e interpretación de datos,

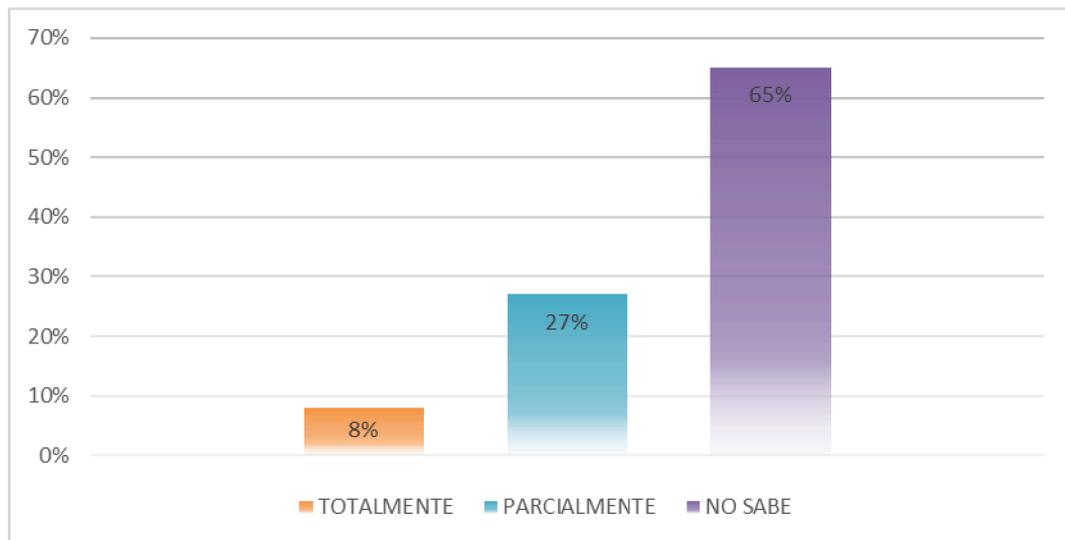
El 63% de la muestra seleccionada, informa que es necesario conocer las características de los paneles solares.

El 24% de la muestra seleccionada, informa que se debe conocer a medias las características de los paneles solares.

El 13% de la muestra seleccionada, informa que no es necesario conocer las características de los paneles solares.

3¿Identifica usted al panel solar Fotovoltaico?

OPCIONES	f	%
TOTALMENTE	5	7,94
PARCIALMENTE	17	26,98
NO SABE	41	65,08
Total	63	100



Fuente: Estudiantes de 8vo semestre de Ingeniería Eléctrica
Autor: Elvis Vera Andrade
Fecha de ejecución: enero del 2015

Análisis e interpretación de datos,

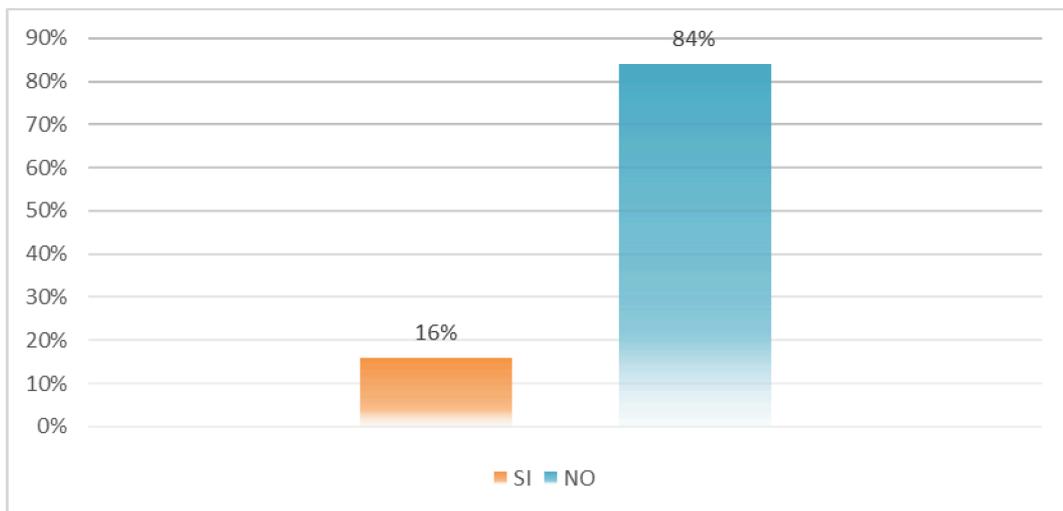
El 65% de la muestra seleccionada, informa que no sabe identificar los paneles solares.

El 27% de la muestra seleccionada, informa que identifica parcialmente los paneles solares.

El 8% de la muestra seleccionada, informa que identifica totalmente los paneles solares.

4¿Cree usted que en el Laboratorio de Ingeniería Eléctrica se practica con los paneles solares fotovoltaicos?

OPCIONES	f	%
SI	10	15,87
NO	53	84,13
Total	63	100



Fuente: Estudiantes de 8vo semestre de Ingeniería Eléctrica
Autor: Elvis Vera Andrade
Fecha de ejecución: enero del 2015

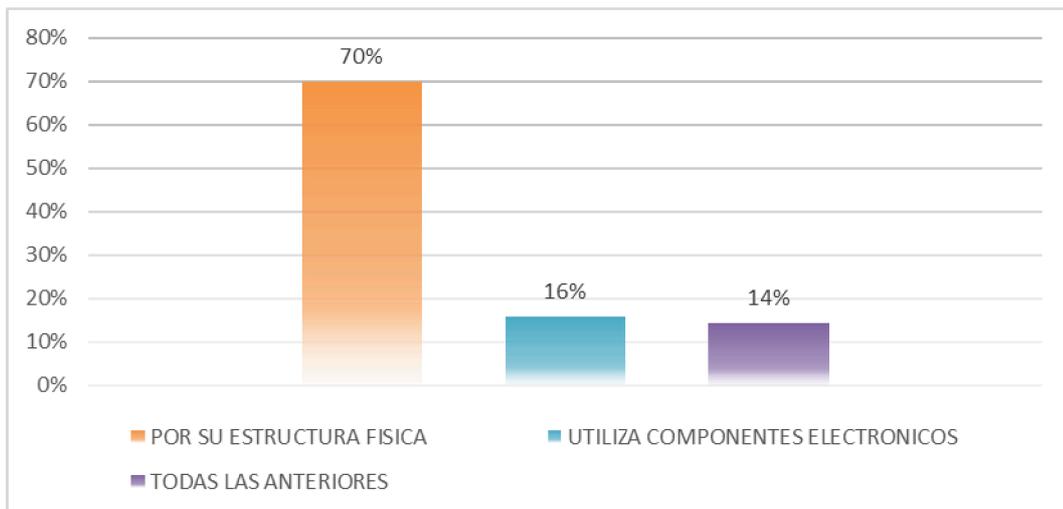
Análisis e interpretación de datos,

El 84% de la muestra seleccionada, informa que no se practica con los paneles solares.

El 16% de la muestra seleccionada, informa que si se practica con los paneles solares.

5¿Cómo identifica un sistema de generación eléctrica fotovoltaico?

OPCIONES	f	%
POR SU ESTRUCTURA FÍSICA	44	69,84
UTILIZA COMPONENTES ELECTRÓNICOS	10	15,87
TODAS LAS ANTERIORES	9	14,29
Total	63	100



Fuente: Estudiantes de 8vo semestre de Ingeniería Eléctrica

Autor: Elvis Vera Andrade

Fecha de ejecución: enero del 2015

Análisis e interpretación de datos,

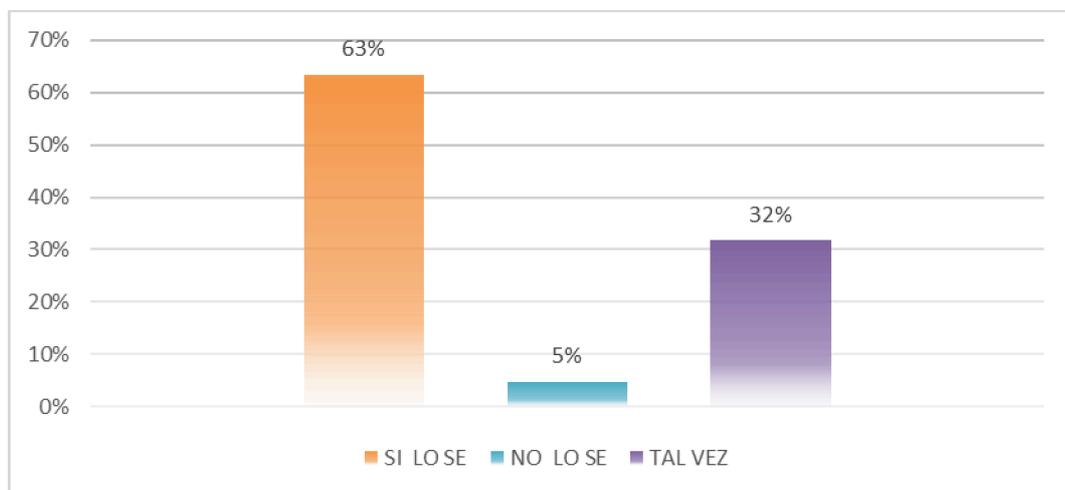
El 70% de la muestra seleccionada, informa que identifica a los sistemas de generación fotovoltaica por su estructura física.

El 16% de la muestra seleccionada, informa que identifica a los sistemas de generación fotovoltaica por que utiliza componentes electrónicos.

El 14% de la muestra seleccionada, informa que identifica a los sistemas de generación fotovoltaica por todas las opciones anteriores.

6¿Sabe usted que criterios técnicos deben usarse para la generación de energía eléctrica de 5Kva- 240Vac con equipos fotovoltaicos?

OPCIONES	f	%
SI LO SE	40	63,49
NO LO SE	3	4,76
TAL VEZ	20	31,75
Total	63	100



Fuente: Estudiantes de 8vo semestre de Ingeniería Eléctrica
 Autor: Elvis Vera Andrade
 Fecha de ejecución: enero del 2015

Análisis e interpretación de datos,

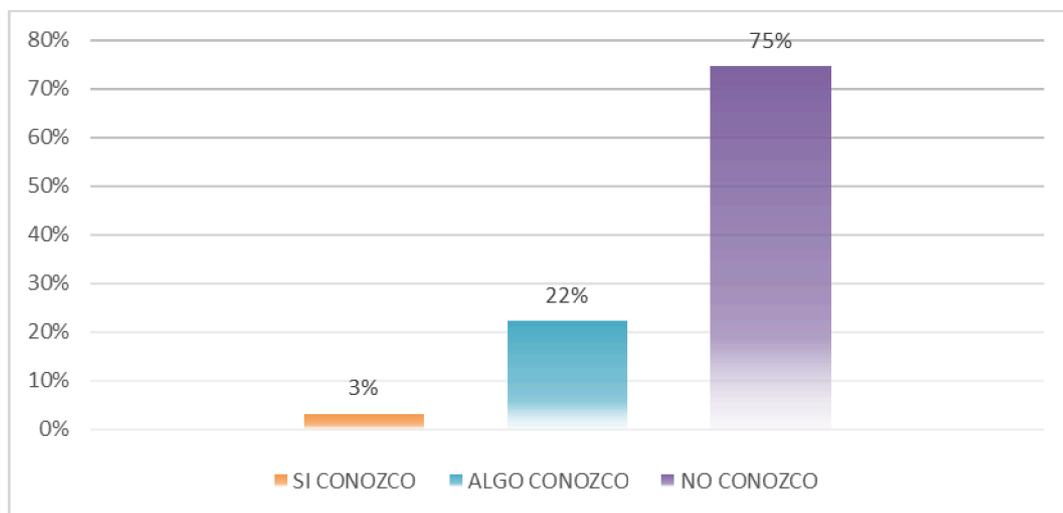
El 63% de la muestra seleccionada, informa que si sabe cuáles son los criterios técnicos deben usarse para la generación de energía eléctrica de 5Kva- 240Vac con equipos fotovoltaicos.

El 32% de la muestra seleccionada, informa que tal vez sabe cuáles son los criterios técnicos deben usarse para la generación de energía eléctrica de 5Kva- 240Vac con equipos fotovoltaicos.

El 5% de la muestra seleccionada, informa que no sabe cuáles son los criterios técnicos deben usarse para la generación de energía eléctrica de 5Kva- 240Vac con equipos fotovoltaicos.

7¿Conoce usted que beneficio presta al sistema eléctrico la utilización de equipos de generación fotovoltaica?

OPCIONES	f	%
SI CONOZCO	2	3,17
ALGO CONOZCO	14	22,22
NO CONOZCO	47	74,60
Total	63	100



Fuente: Estudiantes de 8vo semestre de Ingeniería Eléctrica
 Autor: Elvis Vera Andrade
 Fecha de ejecución: enero del 2015

Análisis e interpretación de datos,

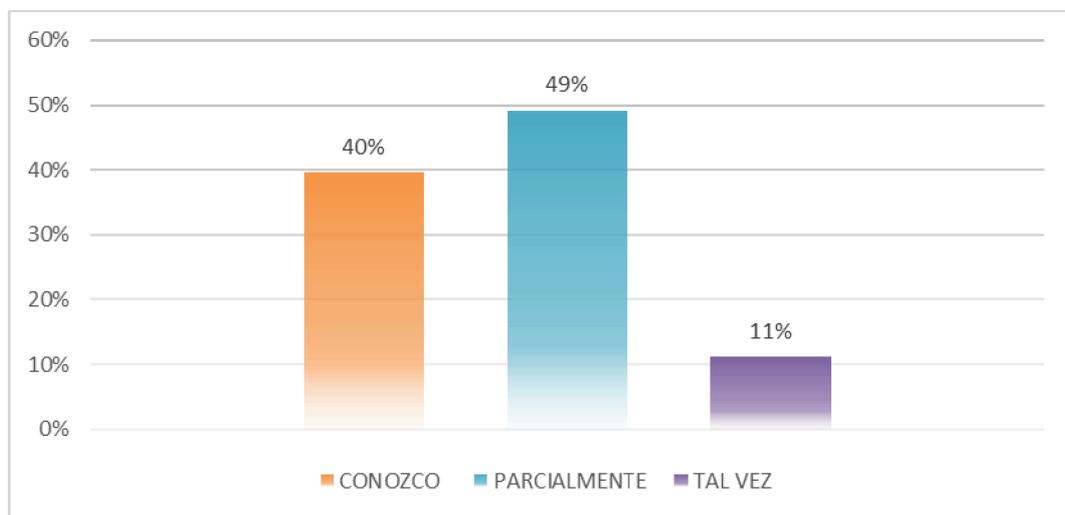
El 75% de la muestra seleccionada, informa que no conoce sobre el beneficio que presta al sistema eléctrico la utilización de equipos de generación fotovoltaica.

El 22% de la muestra seleccionada, informa que conoce algo sobre el beneficio que presta al sistema eléctrico la utilización de equipos de generación fotovoltaica.

El 3% de la muestra seleccionada, informa que si conoce el beneficio que presta al sistema eléctrico la utilización de equipos de generación fotovoltaica.

8¿Conoce la diferencia entre generación eléctrica mediante procesos foto electrónicos y transferencias térmica?

OPCIONES	f	%
CONOZCO	25	39,68
PARCIALMENTE	31	49,21
TAL VEZ	7	11,11
Total	63	100



Fuente: Estudiantes de 8vo semestre de Ingeniería Eléctrica
Autor: Elvis Vera Andrade
Fecha de ejecución: enero del 2015

Análisis e interpretación de datos,

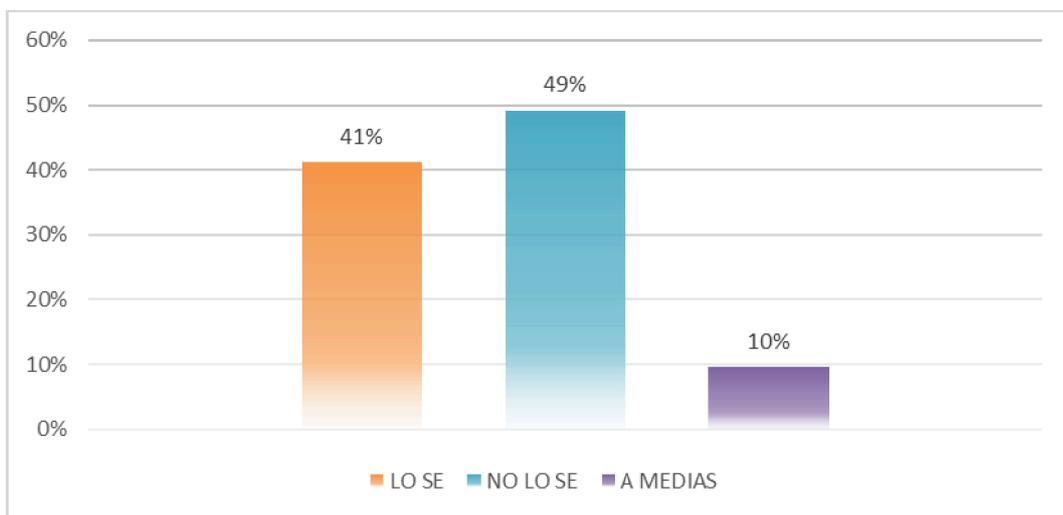
El 49% de la muestra seleccionada, informa que conoce parcialmente la diferencia entre generación eléctrica mediante procesos foto electrónicos y transferencias térmica.

El 40% de la muestra seleccionada, informa que no conoce la diferencia entre generación eléctrica mediante procesos foto electrónicos y transferencias térmica.

El 11% de la muestra seleccionada, informa que tal vez conoce la diferencia entre generación eléctrica mediante procesos foto electrónicos y transferencias térmica.

9¿Cree usted saber cuáles son los tipos de impactos que emergen al utilizar generación eléctrica con paneles solares?

OPCIONES	f	%
LO SE	26	41,27
NO LO SE	31	49,21
A MEDIAS	6	9,52
Total	63	100



Fuente: Estudiantes de 8vo semestre de Ingeniería Eléctrica
Autor: Elvis Vera Andrade
Fecha de ejecución: enero del 2015

Análisis e interpretación de datos,

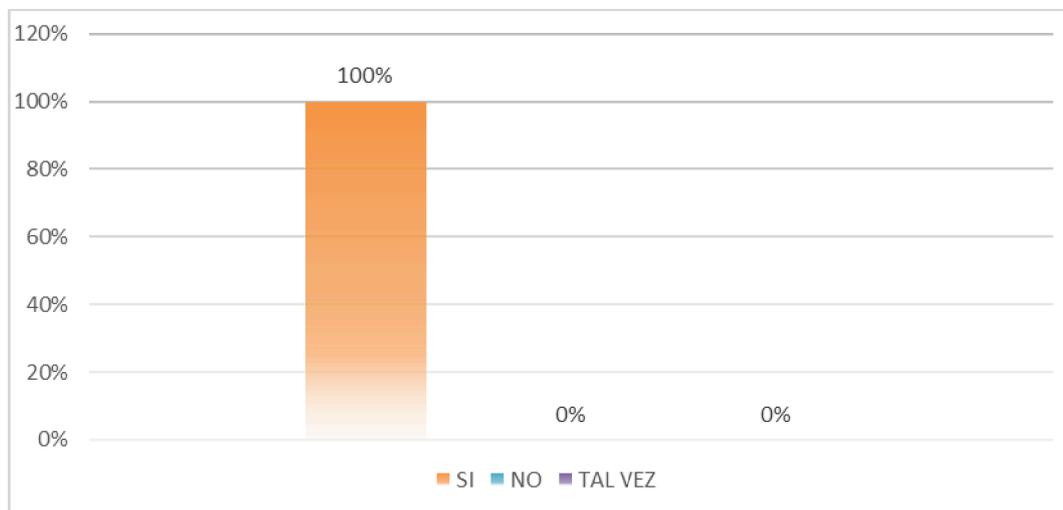
El 49% de la muestra seleccionada, informa que no sabe cuáles son los tipos de impactos que emergen al utilizar generación eléctrica con paneles solares.

El 41% de la muestra seleccionada, informa que si sabe cuáles son los tipos de impactos que emergen al utilizar generación eléctrica con paneles solares.

El 10% de la muestra seleccionada, informa que conoce a media cuáles son los tipos de impactos que emergen al utilizar generación eléctrica con paneles solares.

10¿Considera usted que la Universidad debería debe tener equipos que sirvan para el estudio y practica de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Eléctrica?

OPCIONES	f	%
SI	63	100,00
NO	0	0,00
TAL VEZ	0	0,00
Total	63	100



Fuente: Estudiantes de 8vo semestre de Ingeniería Eléctrica
Autor: Elvis Vera Andrade
Fecha de ejecución: enero del 2015

Análisis e interpretación de datos,

El 100% de la muestra seleccionada, informa que si considera que la Universidad debería tener equipos que sirvan para el estudio y practica de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Eléctrica.

10. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.

Una vez analizados e interpretados los resultados de la Encuesta, y haber un análisis basados en los objetivos programados se pudo comprobar que la hipótesis planteada: “El diseño de un sistema de panel solar fotovoltaica que suministre 5kva- 240vac favorecerá el suministro de energía eléctrica a los predios de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión”, y con los resultados obtenidos y en el análisis de los datos, se concluyó que la hipótesis es POSITIVA. Demostrado en la siguiente cadena de sucesos:

En la pregunta dos, de la encuesta aplicada a los estudiantes de Ingeniería Eléctrica el 62% respondió que es necesario conocer las características de los paneles solares, indicando que mediante este trabajo de investigación se alcanzarían nuevos conocimientos en el estudiantado.

En la pregunta número seis, el 63% respondió que sí sabe cuáles son criterios técnicos que deben usarse para la generación de energía eléctrica de 5Kva- 240Vac con equipos fotovoltaicos, lo que afirma aún más la hipótesis y hace realmente interesante la publicación de este trabajo de titulación.

Además en las preguntas número diez, el 100% de los encuestados manifiesta que es muy importante que la Universidad debería tener equipos que sirvan para el estudio y practica de los estudiantes de la carrera de Ingeniería se logra apreciar que hay relación de conocimiento en los estudiantes, permitiendo afirmar definitivamente la hipótesis.

Con el trabajo propuesto el acontecimiento didáctico será positivo en los estudiantes por el gran aporte de conocimiento que se verterá en la “Universidad Laica Eloy Alfaro” de Manabí extensión Chone, mediante el uso de herramientas tecnológicas y prácticas.

11. CONCLUSIONES.

De los resultados obtenidos en la encuesta realizada a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí extensión Chone se puede concluir:

Que los estudiantes de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone, se encuentran con diversos tipos de criterios, esto exige que deban realizar análisis periódicos de actualización de conocimiento a la planta docente.

Que la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí extensión Chone no tiene a manera de módulos de prácticas con celdas fotovoltaica que sirvan para mejorar la enseñanza, y que ayude a mejorar las practicas que lograrían alcanzar nuevas de destrezas y habilidades.

Que la Universidad debería fomentar la lectura investigativa con la adquisición de bibliografía actualizada de nuevas temáticas con contenido técnico, siendo una herramienta que le sirva de guía fundamental al momento de realizar las investigaciones.

12. RECOMENDACIONES.

Es de buen criterio sugerirles a las autoridades de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí extensión Chone, la adquisición de módulos que ayuden al buen entender de los elementos y herramientas que se emplean en todo ámbito de la tecnología de la rama eléctrica.

Además de aquellos se sugiere que adquieran nuevas fuentes de consulta bibliográficas actualizadas, y sean socializadas con los estudiantes y personal docente, de esta manera se hará uso de esta herramienta que por mucho tiempo ha sido y será parte del investigador.

Se sugiere realizar periódicamente la actualización de conocimientos del personal académico docente, con el fin de proteger el nivel de conocimiento que la sociedad del siglo XXI exige en un régimen de conocimiento creciente de forma impresionante.

Por otra parte se deben elaborar a manera de prototipo un sistema de generación fotovoltaica con materiales existente en el laboratorio de ingeniería eléctrica para incentivar y mejorar el desarrollo de las prácticas.

13. BIBLIOGRAFÍA

- BALCELLS, Josep, Eficiencia en el uso de la Energía Eléctrica, Editorial de la Universidad Politécnica de Catalunya, España 2012.
- MALONEY Timothy J., Electrónica Industrial Moderna 5ta, Edición Pearson Educación, México, 2006
- MARTIN, Ricardo, Manual Práctico Electricidad, Editorial de Cultura S.A., Colombia 2004.
- PIEDRAFITA, Ramón, Ingeniería de la Automatización 2ed, editorial Rama S.A. 2004.
- VILLARRUBIA, Miguel, Ingeniería de la energía eólica, editorial Marcombo, Barcelona, España 2010.
- TALAYERO, Ana, Energía eólica: energías Renovables, editorial Prensas de la Universidad de Zaragoza, España 2008

WEB GRAFÍA.

- <http://twenergy.com/a/que-son-las-energias-renovables-516>
- http://newton.cnice.mec.es/materiales_didacticos/energia/solar.htm
- <http://espanol.mapsofworld.com/continentes/sur-america/ecuador/latitud-y-longitud-de-ecuador.html>

ANEXOS

ANEXO 1

UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ EXTENSIÓN CHONE

Encuesta dirigida a: Los estudiantes de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la extensión Chone.

OBJETIVO: Determinar la factibilidad del Diseño de un sistema de panel solar fotovoltaica que suministre 5Kva- 240Vac y mejorar el servicio eléctrico de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone en el segundo semestre del 2014.

INSTRUCCIONES: Mucho agradeceré se sirva contestar las siguientes preguntas marcando con (X) en la, o las opciones que usted crea pertinente.

1. DATOS INFORMATIVOS

- 1.1. Lugar y fecha: Chone, septiembre del 2014
- 1.2. Ubicación: Rural () Urbana (X) Urbana marginal ()
- 1.3. Parroquia: Chone.
- 1.4. Autor: Elvis Vera

2. CUESTIONARIO

- 2.1. **¿Sabe usted que son los paneles solares?**
Totalmente () Parcialmente () No Sabe ()
- 2.2. **¿Es necesario conocer las características de los paneles solares?**
Es necesario () No es necesario () A medias ()
- 2.3. **¿Identifica usted al panel solar Fotovoltaico?**
Totalmente () Parcialmente () No Sabe ()

2.4. ¿Cree usted que en el Laboratorio de Ingeniería Eléctrica se practica con los paneles solares fotovoltaicos?

Si ()

No ()

2.5. ¿Cómo identifica un sistema de generación eléctrica fotovoltaico?

Por su estructura física ()

Utiliza componentes electrónicos ()

Todas las anteriores ()

2.6. ¿Sabe usted que criterios técnicos deben usarse para la generación de energía eléctrica de 5Kva- 240Vac con equipos fotovoltaicos?

Si lo sé ()

No lo sé ()

Tal vez ()

2.7. ¿Conoce usted que beneficio presta al sistema eléctrico la utilización de equipos de generación fotovoltaica?

Si conozco ()

Algo conozco ()

No conozco ()

2.8. ¿Conoce la diferencia entre generación eléctrica mediante procesos foto electrónicos y transferencias térmica?

Conozco ()

Parcialmente ()

Tal vez ()

2.9. ¿Cree usted saber cuáles son los tipos de impactos que emergen al utilizar generación eléctrica con paneles solares?

Lo sé ()

No lo sé ()

A media ()

2.10. ¿Considera usted que la Universidad debería tener equipos que sirvan para el estudio y practica de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Eléctrica?

Si () No () Tal vez ()

ANEXO 2

FICHA DE OBSERVACIÓN	
FICHA N°:	1
ELABORADO POR:	Elvis Vera Andrade
DIRECCIÓN:	Av. Eloy Alfaro
DESCRIPCIÓN DEL TIEMPO	OBSERVACIONES
<ul style="list-style-type: none"> • TEMPERATURA AMBIENTE • VELOCIDAD DEL VIENTO • IRRADIACIÓN SOLAR • LLUVIA LOCAL • NUBOSIDAD • HUMEDAD RELATIVA 	<p>30°C</p> <p>79km/h</p> <p>132w/m²</p> <p>70mm²</p> <p>Parcialmente</p> <p>12%</p>

<ul style="list-style-type: none">• OTROS	-----
PALABRA CLAVE:	

ANEXO 3

REALIZANDO ENCUESTA DIRIGIDA A LOS ESTUDIANTES DE 8VO SEMESTRE DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



FIG. 1 AUTOR DE LA ENCUESTA PARA EL TRABAJO DE TITULACIÓN



FIG. 2 EXPLICANDO LA FORMA DE LLENADO DE LA ENCUESTA PARA EL TRABAJO DE TITULACIÓN



FIG. 3 RESOLVIENDO INQUIETUDES DE LA ENCUESTA PARA EL TRABAJO DE TITULACIÓN



FIG. 4 ESTUDIANTES LLENANDO LA ENCUESTA PARA EL TRABAJO DE TITULACIÓN



FIG. 4 RETIRANDO LA ENCUESTA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN