



**Universidad
Técnica de
Cotopaxi**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y
APLICADAS

INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA
ENERGIZAR UN SISTEMA DE OXIGENACIÓN DE AGUA EN LA
CRIANZA Y REPRODUCCIÓN DE TRUCHAS”**

Proyecto de Investigación presentada previa a la obtención del título de Ingeniero Electromecánico.

Autores:

Llano Iza Wilmer Patricio

Monta Iza Sergio Patricio

Tutor:

Ing. Cristian Fabián Gallardo Molina

LATACUNGA – ECUADOR

2016



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes: Llano Iza Wilmer Patricio y Monta Iza Sergio Patricio con el título de Proyecto de Investigación: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA ENERGIZAR UN SISTEMA DE OXIGENACIÓN DE AGUA EN LA CRIANZA Y REPRODUCCIÓN DE TRUCHAS”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, julio del 2016.

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)

Ing. Mauro Albarracín
C.C: 050311313-0

Lector 2

Ing. Carlos Espinel
C.C: 050268518-3

Lector 3

Ing. Edwin Moreano
C.C: 050260750-0



DECLARACIÓN AUTORÍA

Nosotros **Llano Iza Wilmer Patricio con C.I. 050387527-0** y **Monta Iza Sergio Patricio con C.I. 050364542-6** declaramos ser los autores del presente proyecto de investigación: “Implementación de un sistema fotovoltaico para energizar un sistema de oxigenación del agua para la crianza y reproducción de truchas en la finca san Nicolás Cotopaxi en el periodo 2016”, siendo el **Ing. Cristian Gallardo** tutor del presente trabajo; y eximamos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Atentamente.

Llano Iza Wilmer Patricio
C.I. 0503875270

Monta Iza Sergio Patricio
C.I. 0503645426



AVAL DEL TUTOR

Yo, Ing. Gallardo Molina Cristian Fabián en calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA ENERGIZAR UN SISTEMA DE OXIGENACIÓN DE AGUA EN LA CRIANZA Y REPRODUCCIÓN DE TRUCHAS", de los postulantes Llano Iza Wilmer Patricio y Monta Iza Sergio Patricio, de la carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 11 de julio del 2016

Ing. Gallardo Molina Cristian Fabián
TUTOR DEL PROYECTO

AVAL DE IMPLEMENTACIÓN

En calidad de Dueño de la Finca “San Nicolás” ubicada en el barrio Juan Pablo II en la parroquia Pusuchisi, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, certifico en debida forma que los señores: **Llano Iza Wilmer Patricio y Monta Iza Sergio Patricio** egresados de la carrera de ingeniería electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, han ejecutado a plena satisfacción el proyecto:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA ENERGIZAR UN SISTEMA DE OXIGENACIÓN DE AGUA EN LA CRIANZA Y REPRODUCCIÓN DE TRUCHAS”

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando a los interesados hacer uso del presente en forma que estimen conveniente a sus intereses, siempre y cuando se use de forma legal.

Latacunga, 11 de julio del 2016

Sr. Melchor Alejandro Gallardo

C.I. 050274839-4

PROPIETARIO DE LA FINCA

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la oportunidad de vivir y darme un espíritu de lucha para poder llegar a alcanzar mis metas ya que sin su voluntad no podría alcanzar los objetivos planteados.

A mí linda hermana le estoy agradecido infinitamente ya que con su apoyo incondicional me ha dado fuerzas para seguir en adelante y continuar con mis estudios.

A mi Abuela y mi tía, les agradezco mucho ya que ellos son mi inspiración y unos de los entes que formaron parte de mi vida en la culminación de mis estudios.

A mis familiares quienes con sus consejos me incentivaron a seguir estudiando.

A la Universidad técnica de Cotopaxi por ser una gran institución que me abrió las puertas y oportunidades para adquirir los conocimientos necesarios, a los docentes de la carrera, por ser uno de los motores de la Universidad para transmitir el conocimiento y haber sido un apoyo en mis estudios y en la culminación del Proyecto.

Wilmer

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento más que todo por tener la oportunidad de estudiar y seguir forjando mis conocimientos, y si no tuviera la oportunidad de vida primeramente nada hubiese sido posible, gracias por todo dios padre.

Agradezco infinitamente mis padres que me apoyaron en los momentos cuando uno más los necesité, gracias por todo que gracias a ustedes pude alcanzar muchas cosas.

Agradezco a mis hermanos y hermanas que también me apoyaron bastante y siempre fueron consejeros de mi vida ya que la familia siempre será el punto principal muy importante de la vida.

Agradezco a la universidad por abrirme las puertas y dame la oportunidad de estudiar, fue muy importante para mi llegar a la Universidad Técnica de Cotopaxi, no solo porque uno se puede formare como profesional, sino que también me ha formado como persona y a tener una gran responsabilidad con la colectividad.

Sergio

DEDICATORIA

A Dios Jehová por darme la oportunidad de vivir y brindarme la sabiduría necesaria para poder alcanzar mis metas.

A mi madre Rosa Manuela Iza Lema (+) quien me dio la vida y desde un lugar no muy lejano me brinda su apoyo.

A mi Abuela Trinidad Iza, mi tía Soledad Iza y mi hermana Jessica Llano, quien con su apoyo incondicional han estado conmigo en las buenas y en las malas.

Wilmer

DEDICATORIA

Este proyecto va encaminado y dedicado a las jóvenes mentes que buscan desarrollar los campos del desarrollo productivo y a la matriz energética, buscando nuevas alternativas de producción y sustento energético desarrollando proyectos y nuevas alternativas de producción para el mejoramiento de la calidad de vida.

Sergio

INDICE

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	ii
DECLARACIÓN AUTORÍA.....	iii
.....	iv
AVAL DEL TUTOR.....	iv
AVAL DE IMPLEMENTACIÓN.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA.....	viii
INDICE.....	x
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
AVAL DE TRADUCTOR.....	xvii
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. RESUMEN DEL PROYECTO.....	3
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	4
4. BENEFICIARIO DEL PROYECTO.....	5
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	5
6. OBJETIVOS.....	6
6.1. General.....	6
6.2. Específicos.....	6
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	7
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA:.....	9
8.1. CONCEPTOS GENERALES.....	9
8.1.1. Las Energías Renovables.....	9
8.1.2. Energía solar.....	9
8.2. LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA.....	9
8.2.1. Radiación solar.....	9
8.2.2. Distribución de la radiación solar.....	10
8.2.3. Tipos de radiación solar.....	10
8.2.4. Medida de la radiación solar.....	11
8.2.5. Coordenadas y Movimientos de la tierra.....	12
8.3. ENERGÍA FOTOVOLTAICA.....	14

8.3.1.	Paneles fotovoltaicos.....	15
8.3.1.1.	Efecto fotovoltaico.....	15
8.3.1.2.	Paneles fotovoltaicos	15
8.3.1.3.	Características generales de los paneles fotovoltaicos.....	16
8.3.1.4.	Conexiones de los paneles fotovoltaicos	17
8.4.	ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN LAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS.	18
8.4.1.	Paneles o módulos fotovoltaicos.....	19
8.4.2.	Regulador de corriente	19
8.4.2.1.	Funciones del regulador.....	19
8.4.2.2.	Regulador serie	20
8.4.3.	Baterías solares.....	21
8.4.3.1.	Capacidad de almacenamiento de las baterías.....	21
8.4.3.2.	Carga, descarga y estado de carga.	21
8.4.3.4.	Tipos de batería.....	22
8.4.3.6.	Conexión de baterías.....	23
8.4.4.	El inversor	24
8.4.4.1	Inversores de onda senoidal pura.....	24
8.4.5.	Dimensionamiento del sistema fotovoltaico.	25
8.4.5.1.	Determinación de la potencia del generador.	25
8.4.5.2.	Cálculo de regulador de carga.....	26
8.4.5.3.	Cálculo del inversor.	26
8.4.6.	Conductores de la instalación fotovoltaica.....	27
8.4.6.1.	Cálculo de la sección.	27
8.4.7.	Aparatos de maniobra y protección en un sistema fotovoltaico autónomo.....	28
8.4.7.1.	Protección contra sobrintensidades.....	28
8.4.7.2.	Protección contra sobretensiones.....	29
8.4.7.3.	Aislamiento y puesta a tierra.....	29
8.4.7.4.	Protección del inversor y los circuitos de utilización.	29
8.5.	Configuración de instalaciones solares fotovoltaicas autónomas.....	29
8.5.1.	Irradiancia e irradiación	29
8.5.2.	Radiación recibida en un panel solar.....	30
8.5.3.	Orientación de los paneles solares.	30
8.5.3.1.	Montaje fijo.....	30
8.6.	Logo.....	31

10.	METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	31
10.1.	Cálculos para la selección y dimensionamiento de los materiales del sistema fotovoltaico.....	32
10.1.1.	Estudio de la Radiación Solar.....	32
10.1.2.	Demanda energética del sistema de oxigenación.....	36
10.1.3.	Cálculo de la potencia del generador fotovoltaico.....	37
10.1.4.	Número de paneles fotovoltaicos necesarios.....	38
10.1.5.	Cálculo de sistema de acumulación.....	38
10.1.6.	Selección del regulador de carga.....	39
10.1.7.	Cálculo del inversor.....	40
10.1.9.	Cálculo de los conductores necesarios para la instalación fotovoltaica.....	41
10.1.10.	Cálculo de las protecciones del sistema de generación fotovoltaica.....	44
10.2.	Programación en logo del tiempo de encendido de los oxigenadores.....	45
10.2.1.	Parámetros de programación.....	45
10.2.2.	Descripción del programa.....	46
10.2.3.	Implementación del sistema de generación eléctrica fotovoltaica.....	47
10.2.3.1.	Instalación de paneles fotovoltaicos.....	47
10.2.3.2.	Instalación del regulador de carga.....	47
10.2.3.3.	Instalación de las baterías.....	47
10.2.3.4.	Instalación del inversor.....	47
10.2.3.5.	Instalación de la carga y circuito de control y activación.....	47
10.2.3.6.	Puesta a tierra.....	48
11.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	48
11.1.	Operacionalización de las variables.....	48
11.2.	Comprobación de la hipótesis.....	49
12.	IMPACTOS DEL PROYECTO.....	51
12.1.	Técnico.....	51
12.2.	Social.....	51
12.3.	Ambiental.....	52
12.4.	Económico.....	52
12.4.1.	Cálculo del VPN y el TIR para el proyecto fotovoltaico.....	53
13.	PRESUPUESTO PARA EL PROYECTO.....	55
14.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	55
15.	BIBLIOGRAFÍA.....	56
	Trabajos citados.....	56

Consultado.....	57
ANEXOS.....	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Actividades en base a los objetivos.....	7
Tabla 2: Valores utilizados para medir la radiación solar.	30
Tabla 3: En promedio mensual de la radiación que incide sobre una superficie acentuada inclinada-ecuador (kWh / m ² / día).....	32
Tabla 4: datos de la irradiación solar, medido y obtenido del Portal de la NASA.....	33
Tabla 5: demanda energética del sistema de oxigenación.....	37
Tabla 6: Parámetros para la selección de inversor.....	41
Tabla 7: Especificaciones técnicas de los cables.....	42
Tabla 8: Variable independiente: La implementación de un sistema fotovoltaico.	48
Tabla 9: Variable dependiente: Energización del sistema de oxigenación de agua.	48
Tabla 10: Mediciones realizadas con la carga conectada.....	49
Tabla 11: Calidad del agua.....	51
Tabla 12: Valores obtenidos para el sistema de oxigenación.....	51
Tabla 13: Costo para la implementación de generación solar fotovoltaica.....	52
Tabla 14: Costo para la implementación de energía eólica.....	53
Tabla 15: Costo de la energía eléctrica conectada a la carga.	53
Tabla 16: Cálculo del VAN y del TIR	54
Tabla 17: Presupuesto y costo de la instalación.	55

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1: Espectro electromagnético de la radiación solar.	10
Figura 2: Tipos de radiación solar.....	11
Figura 3: Medidor de luz solar.....	12
Figura 4: Latitud.....	12
Figura 5: Longitud.....	13
Figura 6: Eje polar y plano de la Eclíptica.....	14
Figura 7: Efecto fotovoltaico	15
Figura 8: Panel solar	16
Figura 9: Constitución de un panel fotovoltaico.....	17
Figura 10: Conexión serie de los paneles fotovoltaicos	17
Figura 11: Conexión en serie de los paneles fotovoltaicos.....	18
Figura 12: Conexión serie paralelo de los paneles fotovoltaicos.....	18
Figura 13: Elementos de las instalaciones fotovoltaicas.....	19
Figura 14: Regulador de Corriente.	20
Figura 15: Funcionamiento de un regulador serie.....	20
Figura 16: Baterías solares.....	21
Figura 17: Conexión serie	23
Figura 18: Conexión en paralelo.....	24
Figura 19: Conexión serie paralelo	24
Figura 20: Posibles montajes de los paneles solares.....	31
Figura 21: Irradiación Solar Mensual.....	34
Figura 22: Medidor de radiación solar.....	34
Figura 23: Temporización de encendido en programa LOGO! Soft.....	46
Figura 24: Mediciones de corriente y voltaje del sistema.....	50
Figura 25: Medición del oxígeno con el sensor.....	50

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TÍTULO: “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA ENERGIZAR UN SISTEMA DE OXIGENACIÓN DE AGUA EN LA CRIANZA Y REPRODUCCIÓN DE TRUCHAS”

Autores/es: LLANO IZA WILMER PATRICIO
MONTA IZA SERGIO PATRICIO

RESUMEN

El presente trabajo de investigación de la carrera de Ingeniería Electromecánica, hace énfasis a la utilización y aplicación de la energía fotovoltaica existente en el Ecuador, por lo cual se ha implementado un sistema fotovoltaico para la energización de aireadores eléctricos, mismos que oxigenan el agua en la crianza y reproducción de truchas. Con el fin de contribuir a la economía de la finca San Nicolás en consumo eléctrico, se optó en conectar los aireadores eléctricos al sistema fotovoltaico, ya que dichos aireadores son los que más tiempo están encendidos, para lo cual se realizó mediciones de la radiación solar durante los meses de estudio, los cuales fueron comparados con los estudios realizados por el portal meteorológico de la NASA, y se obtuvo un valor de radiación solar del peor mes en condiciones desfavorables que es de 4.01 kW.h/m^2 , dato utilizado para el dimensionamiento de los paneles fotovoltaico y por ende la selección de sus elementos. Según la observación y la información obtenida del dueño de la Finca, las características del sistema son: una piscina de concreto de 18 metro cúbicos, 5 aireadores eléctricos con una potencia de 25W cada una, el cual me genera una carga instalada de 125W que estará conectada durante 12 horas, obteniendo así un consumo de 1500W.h, que es la energía necesaria para dotar el oxígeno a las truchas. Una vez determinado el sistema fotovoltaico se realizó la respectiva conexión y su activación correspondiente, obteniendo como resultado la energización satisfactoria del sistema de oxigenación, cumpliendo así el parámetro de oxígeno necesario para la crianza y reproducción de truchas; ya que los valores obtenidos están dentro de los cálculos establecidos y por ende el aporte obtenido con la implementación del sistema fotovoltaico, que es la generación de energía autónoma, eficiente, sustentable y la vez contribuyendo con el medio ambiente.

Palabras claves: Energía solar, sistema fotovoltaico, sistema de oxigenación, autonomía sustentable.

COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY
ACADEMIC UNIT OF ENGINEERING SCIENCES AND APPLIED

TOPIC: "IMPLEMENTATION OF A PHOTOVOLTAIC SYSTEM TO POWER A OXYGENATION WATER SYSTEM IN RAISING AND REPRODUCTION OF TROUT"

Authors: LLANO IZA WILMER PATRICIO
MONTA IZA SERGIO PATRICIO

ABSTRACT

The present research work of the career of Electromechanical engineering, emphasizes to the use one of the renewable energies existing in the Ecuador, so it has implemented a photovoltaic system for the energization of electric aerators, some that oxygenate the water in raising and reproduction of trout. In order to contribute to the economy of the farm San Nicolás in power consumption, it was decided to connect the electrical aerators to photovoltaic system, as these aerators are the most time are lit, for which solar radiation measurements was conducted during the months of study, which were compared with the studies conducted by the meteorological portal of NASA, and it was obtained a value of solar radiation from worst month in unfavorable conditions as is 4.01 kW.h/m^2 , data used for sizing photovoltaic panels and therefore selection of its elements. According to the observation and the information obtained from the owner of the farm, the system features are: A concrete pool of 18 cubic meters, 5 electric aerators with a power of 25W each, which generates me an installed load of 125W that will be connected for 12 hours, thus obtaining a consumption 1500W.h, which is the energy needed to provide the oxygen to the trout. Once determinated the photovoltaic system was carried out the respective connection and its activation corresponding, gaining as result the energization successful of the oxygenation system, thus fulfilling the parameter of oxygen needed for raising and reproduction of trout that is 8 ppm (parts per million); since the values obtained are according the calculations established and therefore the contribution obtained with the implementation of photovoltaic system, that generation is autonomous, efficient, sustainable energy and while contributing to the environment.

Keywords: Solar energy, photovoltaic system, oxygenation system, sustainable autonomy.



AVAL DE TRADUCTOR

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por los señores Egresado de la carrera de Ingeniería en Electromecánica de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas: **LLANO IZA WILMER PATRICIO** y **MONTA IZA SERGIO PATRICIO** cuyo título versa “**IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA ENERGIZAR UN SISTEMA DE OXIGENACIÓN DE AGUA EN LA CRIANZA Y REPRODUCCIÓN DE TRUCHAS**”, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, julio del 2016

Atentamente,

Lic. Diana Taipe.

DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

C.C. 172008093-4

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA ENERGIZAR UN SISTEMA DE OXIGENACIÓN DE AGUA EN LA CRIANZA Y REPRODUCCIÓN DE TRUCHAS”

Fecha de inicio: abril del 2016

Fecha de finalización: julio del 2016

Lugar de ejecución: Comunidad Juan Pablo II – parroquia Juan Montalvo-cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi (Finca San Nicolás).

Unidad Académica que auspicia

Unidad ciencias de la ingeniería y aplicadas (CIYA)

Carrera que auspicia: Ingeniería Electromecánica

Equipo de Trabajo:

NOMBRES:	CRISTIAN FABIÁN
APELLIDOS:	GALLARDO MOLINA
NACIONALIDAD:	ECUATORIANO
Nº DE CEDULA:	050284769-2
FECHA DE NACIMIENTO:	9 DE JUNIO DE 1982
EDAD:	33 AÑOS
ESTADO CIVIL:	CASADO
LUGAR DE RESIDENCIA:	LATACUNGA- JUAN MONTALVO
TELÉFONO:	0984698851
CORREO ELECTRÓNICO:	cristian.gallardo@utc.edu.ec

ESTUDIOS REALIZADOS

PRIMARIA:	“SIMÓN BOLÍVAR”
SECUNDARIA:	“RAMÓN BARBA NARANJO”
SUPERIOR:	ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO

Coordinadores del proyecto.

DATOS PERSONALES:

NOMBRES:	WILMER PATRICIO
APELLIDOS:	LLANO IZA

NACIONALIDAD: ECUATORIANO
Nº DE CEDULA: 050387527-0
FECHA DE NACIMIENTO: 22 DE MAYO DE 1991
EDAD: 24 AÑOS
ESTADO CIVIL: SOLTERO
LUGAR DE RESIDENCIA: PARROQUIA SAN JUAN DE PASTOCALLE
TELÉFONO: 0987544243
CORREO ELECTRÓNICO: llwilmer11@gmail.com

ESTUDIOS REALIZADOS

PRIMARIA: ESCUELA FISCAL “MANUEL MATHEU”
SECUNDARIA: COLEGIO TÉCNICO “SARA BUSTILLOS”

DATOS PERSONALES:

NOMBRES: SERGIO PATRICIO
APELLIDOS: MONTA IZA
NACIONALIDAD: ECUATORIANO
Nº DE CEDULA: 050364542-6
FECHA DE NACIMIENTO: 28 DE JUNIO DE 1991
EDAD: 24 AÑOS
ESTADO CIVIL: SOLTERO
LUGAR DE RESIDENCIA: PARROQUIA SAN JUAN DE PASTOCALLE
TELÉFONO: 0983796818
CORREO ELECTRÓNICO: smonta1991@gmail.com

ESTUDIOS REALIZADOS

PRIMARIA: ESCUELA FISCAL “MANUEL MATHEU”
SECUNDARIA: COLEGIO TÉCNICO “PASTOCALLE”

Área del conocimiento:

Energías renovables, instalaciones eléctricas, control industrial, estático, circuitos eléctricos.

Línea de investigación:

El proyecto de la implementación de un sistema de oxigenación del agua para la crianza y reproducción de truchas con la aplicación de la energía solar esta con concordancia con el ítem 5 de las líneas de investigación de la Universidad Técnica de Cotopaxi en la cual expresa:

“Esta línea de investigación abarca tres grandes ejes para su accionar investigativo, que están en correspondencia con los objetivos nacionales e internacionales de investigación, desarrollo tecnológico e innovación en esta área. Se integran todas aquellas investigaciones que busquen promover el aprovechamiento de las energías alternativas y renovables, fomentar y promocionar el uso eficiente de la energía (Eficiencia Energética) en los diferentes sectores (Industrial, Residencial, Publico, Transporte y Agrícola), y reducir el impacto medioambiental derivado de la utilización de los recursos energéticos”

Sub líneas de investigación:

Las líneas de investigación la carrera de la Ingeniería Electromecánica afirma:

“Diseño y explotación de energías alternativas. En los temas de Eficiencia y gestión energética.”

2. RESUMEN DEL PROYECTO

El proyecto de investigación tiene como propósito solucionar el problema, el cual consiste en generar energía eléctrica mediante paneles fotovoltaicos; para suministrar energía al sistema de oxigenación fomentando a la economía y sustento energético de la finca, dicho sistema de generación controlado por un regulador de carga, dotará de energía al banco de baterías y a través de un inversor se suministra energía eléctrica alterna a los aireadores eléctricos sumergidos en el agua. El objetivo del proyecto es implementar sistema fotovoltaico para la energización de un sistema de oxigenación de agua para la crianza y reproducción de truchas, para lo cual se realizó las respectivas mediciones con un medidor de radiación solar, producto de aquello se obtuvo un valor de radiación promedio que es de 4.01 kW.h/m^2 y fue comparado con los datos de radiación obtenidos del portal meteorológico de la NASA, de los meses de estudio. También utilizamos equipos para la ubicación del lugar de ejecución del proyecto, con el fin de implementar el sistema fotovoltaico, todo ejecutado por el equipo de investigadores.

Para realizar la investigación adquirimos información sobre el estado actual de la finca San

Nicolás y, por ende, los datos de proyectos piscícolas para la cual aplicaremos la investigación de campo basado en recolección de datos con preguntas, observación, ya que esto se realizó dónde surge el problema de investigación.

Una de las fuentes importantes de nuestro proyecto es el dimensionamiento de los elementos que constituyen nuestro sistema fotovoltaico, para los cuales recurrimos a información de autores expertos sobre el tema, libros, folletos, artículos, internet, y fórmulas para el cálculo en donde utilizaremos el método descriptivo y bibliográfico.

La metodología a realizarse en nuestro proyecto de investigación es el método científico ya que tenemos un problema y partiendo de la observación del lugar de los hechos, e información sobre el estado actual, la hipótesis debido al problema, la experimentación y sus respectivas conclusiones.

El aporte de este proyecto es el aprovechamiento de una de las energías renovables como es la energía solar, mediante la aplicación de paneles fotovoltaicos, baterías y los respectivos aireadores mantener el oxígeno del agua necesario para las truchas.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto se lo realiza debido a la necesidad de energizar unos aireadores eléctricos el mismo que dota de oxígeno al agua del estanque para la crianza y reproducción de truchas de la finca con el fin de disminuir la demanda energética, implementando un sistema de generación eléctrica fotovoltaico, con la captación de la radiación solar.

El aporte al proyecto con nuestra investigación y como electromecánicos es realizar el dimensionamiento y selección de materiales, utilizados para la construcción del sistema fotovoltaico y su respectiva aplicación que aportará al mejoramiento de la economía en el consumo eléctrico de la Finca.

Los beneficios que aporta esta investigación, son para aquellas personas que se dedican a la piscicultura y tiene criaderos de truchas en piscinas o estanques, sin una corriente de agua como los ríos, cascadas, y vertientes, que lo oxigene (oxigenación natural); dichos proyectos piscícolas utilizan aireadores eléctricos para la respectiva oxigenación y utilizando de energía fotovoltaico mejoraran su ahorro energético, impulsando así a la protección del medio ambiente y al mejoramiento de la matriz energética.

La importancia de este proyecto es la conversión de la energía solar a energía eléctrica mediante la aplicación de módulos fotovoltaicos, dichos módulos tienen una vida útil de aproximadamente 25 años y depende directamente de la energía de sol.

La utilidad práctica de este proyecto para los beneficiarios es que se puede implementar este tipo de proyecto en cualquier lugar, siempre y cuando exista una buena capitación solar; también garantiza el suministro continuo de energía eléctrica, impulsando un ahorro a la economía en el consumo eléctrico y la respectiva dotación de oxígeno para la crianza y reproducción de truchas. Para la investigación la utilidad práctica es lograr obtener nuevos conocimientos, experiencias y actividades que contribuyen con soluciones al problema planteado y aportando al desarrollo del País.

4. BENEFICIARIO DEL PROYECTO

Los beneficiarios del proyecto es el dueño de la Hacienda Santa Nicolás, conjuntamente con los autores que desarrollan el proyecto previo a la obtención del título de ingeniero electromecánico y por ende la Comunidad tanto productores como consumidores.

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En la actualidad existen diversas formas para la crianza de truchas y entre ellas también existen diversas formas para dotarles de oxígeno, como por ejemplo la oxigenación natural que es la crianza de los peces en ríos, lagos, mares, entre otros y la otra que es la oxigenación artificial que es la crianza de peces en acuarios, estanques y piscinas, esta última es de forma en que energizan a unos aireadores eléctricos para mantener el oxígeno del agua. La finca San Nicolás tiene un estanque piscícola con capacidad instalada para mil alevines por remesa, en un tiempo 7 meses con una inversión cinco centavos de dólar por alevín. El dueño de la finca experto en la industria piscícola, debido a que no tiene un caudal de agua, requiere, un sistema de oxigenación mediante los aireadores eléctricos para que los alevines logren tener la cantidad de 7,5 a 12 ppm (partes por millón de oxígeno), parámetro requerido para el crecimiento óptimo y el desarrollo de la trucha.

El ente principal para la dotación de oxígeno de las truchas son los aireadores eléctricos, en donde para energizarlos es necesario conectar directamente a la red eléctrica convencional, debido a que la finca tiene un consumo energético propio de la casa, más un sistema de riego, un sistema de bombeo de agua, y sumado el sistema de oxigenación para la crianza y reproducción de truchas, la demanda energética aumenta, y por ende el costo de energía. En

vista de esto se ha tratado de dar solución a dicho problema, implementando un sistema fotovoltaico para energizar el sistema de oxigenación, el mismo que será autónomo, eficiente, de bajo costo de instalación y fácil mantenimiento, contribuyendo con la economía energética de la finca, con el medio ambiente y la matriz energética.

El dueño de la finca, para solventar el parámetro de oxigenación anteriormente expuesto requieren de cinco aireadores eléctricos para cubrir la demanda de oxígeno, para un estanque de 18 metros cúbicos, los mismos que entraran en funcionamiento cada media hora tiempo suficiente para mantener el rango oxígeno anteriormente expuesto, ya la vez logrando tener un consumo de energía de 12 horas por día.

6. OBJETIVOS.

6.1. General

Implementar un sistema de generación eléctrica fotovoltaica, mediante la aplicación de módulos fotovoltaicos; para energizar un sistema de oxigenación de agua en la crianza y reproducción de truchas.

6.2. Específicos

- Utilizar datos de la radiación solar del sector, mediante mediciones realizadas con un medidor de radiación solar y datos estadísticos de estudios realizados por portal meteorológico de la NASA; para la selección y dimensionamiento de los paneles fotovoltaicos.
- Calcular la potencia máxima del sistema a energizar, mediante información realizada en la investigación de campo; para dimensionar los componentes del sistema fotovoltaico y su respectiva generación.
- Posicionar los paneles fotovoltaicos según el ángulo de incidencia de la radiación solar, con el fin de captar gran parte de la radiación sobre el panel.
- Instalar el sistema de generación fotovoltaica, de acuerdo a los cálculos obtenidos; para conseguir un funcionamiento óptimo y correcto del sistema de oxigenación.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.

Tabla 1: Actividades en base a los objetivos.

Objetivo	Actividad	Resultado de la actividad	Descripción de la metodología por actividad
<p>1.- Utilizar datos de la radiación solar del sector, mediante mediciones realizadas con un medidor de radiación solar y datos estadísticos de estudios realizados por portal meteorológico de la NASA; para la selección y dimensionamiento de los paneles fotovoltaicos.</p>	<p>Medir la radiación solar periódicamente durante los 6 meses de investigación con la ayuda de un medidor de radiación solar, hasta obtener un promedio de la irradiación que se utilizará en nuestro proyecto.</p>	<p>Se determinó la radiación promedio que es de 4.01 kW.h/m². Es datos lo comparamos con la tabla de radiación emitido por el portal meteorológico de la NASA.</p>	<p>Recopilación de datos de campo. Es la recopilación de datos sobre la irradiación en el sector del proyecto. La observación. Se realiza en el lugar de los hechos. Método práctico.</p>
<p>2.-Calcular la potencia máxima del sistema a energizar, mediante información</p>	<p>Determinar la carga instalada, se utilizó una pinza amperimétrica y catálogos de los datos</p>	<p>La potencia requerida es 150 W en total.</p>	<p>La metodología utilizada es el método descriptivo. La observación, mediciones y análisis</p>

realizada en la investigación de campo; para dimensionar los componentes del sistema fotovoltaico y su respectiva generación.	técnicos de los equipos que serán conectados al sistema de generación.		de los datos obtenidos.
3.-Posicionar los paneles fotovoltaicos según el ángulo de incidencia de la radiación solar con el fin de captar gran parte de la irradiación sobre los paneles.	Se determinó el ángulo de incidencia y captación solar sobre los paneles fotovoltaicos mediante el estudio solar. Esto se lo realizo con la del medidor de radiación solar y los datos del GPS de la Latitud y longitud	El ángulo requerido para la colocación de los paneles fotovoltaicos es de 20°.	Se utilizó la investigación de campo, el método descriptivo, método bibliográfico y la observación.
4.- Instalar el sistema de generación fotovoltaica, de acuerdo con los cálculos obtenidos; para conseguir un funcionamiento óptimo y correcto del sistema de oxigenación.	Conectar los componentes del sistema fotovoltaico y energizar el sistema de oxigenación aplicando los planos eléctricos de conexión.	El sistema está generando energía eléctrica.	La investigación de campo. Método descriptivo, según la información de los catalogos.

Realizado: Equipo investigador

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA:

8.1. CONCEPTOS GENERALES

8.1.1. Las Energías Renovables

Las energías renovables son aquellas energías que provienen de recursos naturales que no se agotan y a los que se puede recurrir de manera permanente. Su impacto ambiental es nulo en la emisión de gases de efecto invernadero como el CO₂. (twenergy, 2012)

Se consideran energías renovables la energía solar, la eólica, la geotérmica, la hidráulica y la eléctrica. También pueden incluirse en este grupo la biomasa y la energía mareomotriz.

8.1.2. Energía solar

Este tipo de energía nos la proporciona el sol en forma de radiación electromagnética (luz, calor y rayos ultravioleta principalmente). El uso 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. (twenergy, 2012).

La energía solar es una de las fuentes de energía inagotable, y su aplicación es variada, por ende debe ser explotada al máximo con el fin de mejorar la matriz energética.

8.2. LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA.

La energía solar fotovoltaica es la energía procedente del sol que se convierte en energía eléctrica de forma directa, sin ninguna conversión intermedia. Se produce mediante generadores fotovoltaicos compuestos por módulos fotovoltaicos conectados entre sí que a su vez están compuestos o unidades básicas denominadas células solares o fotovoltaicas. (Agustín Castejón Oliva y Germán Santamaria Herranz, 2011, pág. 8)

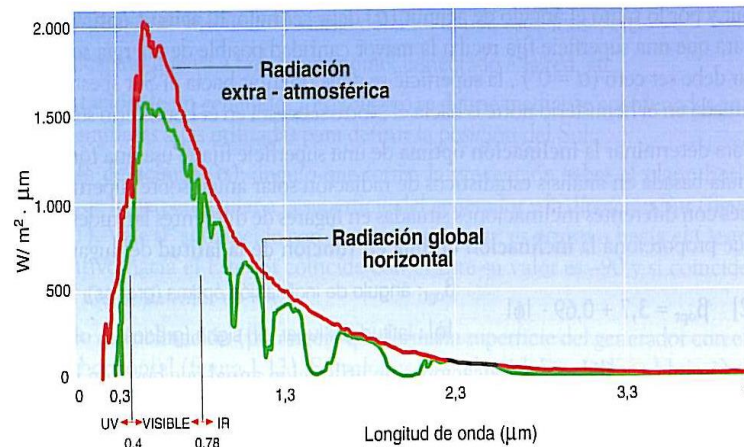
Según el proyecto el tipo de energía a utilizar es la energía fotovoltaica, ya que se utiliza módulos fotovoltaicos para su correspondiente conversión eléctrica.

8.2.1. Radiación solar

La radiación solar se genera en sí en el sol, la cual transmite en forma de luz y calor hacia la Tierra. Agustín Castejón Oliva y Germán Santamaria Herranz (2011) afirma:

El sol genera energía mediante reacciones nucleares de fusión que se producen en su núcleo. Esta energía recibe el nombre de radiación solar, se transmite en forma de radiación electromagnética y alcanza la atmosfera terrestre en forma de conjunto de radiaciones o espectro electromagnético con longitudes de onda que van de 0,15 μm a 4 μm aproximadamente. (pág. 14)

Figura 1: Espectro electromagnético de la radiación solar.



Fuente: (Agustín Castejón Oliva-Germán Santamaría Herranz)

8.2.2. Distribución de la radiación solar

La intensidad de la radiación solar que llega a la parte exterior de la atmósfera depende de la distancia entre la Tierra y el Sol. Esa distancia no es constante, sino que en el curso de la órbita que nuestro planeta describe varía entre $1,47 \cdot 10^8$ y $1,52 \cdot 10^8$ kilómetros. De este modo, la irradiancia E_Q fluctúa entre 1.325 W/m^2 y 1.412 W/m^2 . El valor medio de dicha irradiancia se conoce como constante solar:

$$E_Q = 1.366 \text{ W/m}^2 \quad \text{Ecuación 1 8.2.2}$$

8.2.3. Tipos de radiación solar

La radiación solar sobre la superficie tiene variaciones temporales, siendo unas aleatorias, como la nubosidad y otras previsible, como son los cambios estacionales o el día y la noche, provocadas por los movimientos de la Tierra.

- **Radiación directa**

La forman los rayos recibidos directamente del Sol.

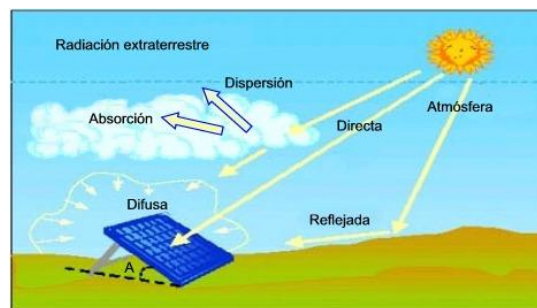
- **Radiación Difusa**

Procede de toda la bóveda de cielo, excluyendo el disco solar, la forma los rayos dispersados por la atmósfera en dirección al receptor (por ejemplo, en un día completamente nublado toda la radiación es difusa).

- **Radiación reflejada o de albedo**

Reflejada por la superficie terrestre hacia el receptor. Depende directamente por la naturaleza de las montañas, lagos, edificios, etc. Que rodean al receptor.

Figura 2: Tipos de radiación solar



Fuente: <http://www.ecopotencia.com>

- **Radiación global**

La suma de todas las radiaciones descritas recibe el nombre de radiación global que es la radiación solar total que recibe la superficie de un receptor y por lo tanto la que nos interesa conocer y cuantificar.

8.2.4. Medida de la radiación solar

- **Medidor fotovoltaico**

El medidor fotovoltaico no es nada más que una pequeña célula fotovoltaica que genera electricidad. La cantidad de electricidad es medida para conocer la radiación instantánea. Estos medidores son mucho más económicos que los piranómetro pero menos exactos. “Dependiendo de la sensibilidad y la calibración del sensor, esta clase de instrumentos alcanza sensibilidades razonables, con un error medio de entre el 2% y el 5%” (Miguel Moro Vallina, 2010, pág. 23). El margen de es del 2% que realmente si es apreciable para realizar las mediciones de radiación solar correspondiente. Figura 3.

Figura 3: Medidor de luz solar

Fuente: <http://tpmequipos.com>

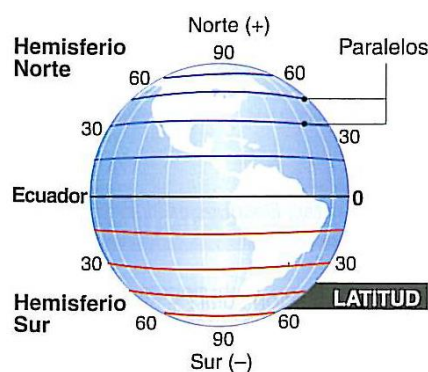
8.2.5. Coordenadas y Movimientos de la tierra

Mediante las coordenadas geográficas, latitud y longitud podemos definir con precisión una posición cualquiera de la superficie terrestre. Se expresan en grados sexagesimales y se dan con referencia al ecuador y al meridiano de Greenwich.

- **Latitud (ϕ)**

Es la distancia angular que existe entre un punto cualquiera de la superficie terrestre y el ecuador, medida sobre el meridiano que pasa por dicho punto.

La latitud del ecuador es, por definición, de 0° . Todos los puntos ubicados sobre el mismo paralelo tiene la misma latitud. Los puntos que se encuentran al norte del ecuador recibe la denominación Norte (N) y los que se encuentran al sur del ecuador reciben la denominación Sur (S). (Agustín Castejón Oliva y Germán Santamaria Herranz, 2011, pág. 8)

Figura 4: Latitud

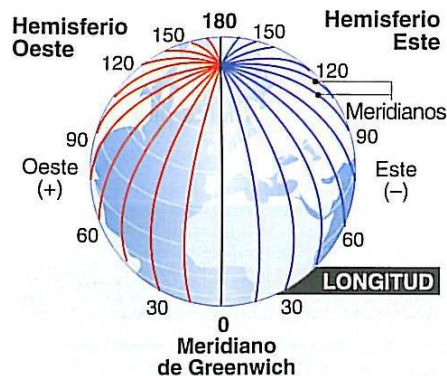
Fuente: (Agustín Castejón Oliva y Germán Santamaria Herranz, 2011)

- **Longitud**

Es uno de los parámetros para la georreferenciación y determinación de un lugar conjuntamente con la latitud.

Es la distancia angular que existe entre un punto cualquiera de la superficie terrestre y el meridiano de Greenwich, medida sobre el paralelo que pasa por dicho punto. El meridiano de Greenwich divide a la Tierra en dos hemisferios llamados Este (oriental) y Oeste (occidental). Al meridiano de Greenwich, por ser el meridiano de referencia le corresponde la longitud cero. (Agustín Castejón Oliva et al, 2011, pág. 9).

Figura 5: Longitud



Fuente: (Agustín Castejón Oliva y Germán Santamaria Herranz, 2011)

- **Movimientos de la tierra.**

Los movimientos de la tierra son en base a los ejes de rotación y a los ejes de traslación por lo que varía en si los parámetros de radiación en base a la distancia entre la Tierra y el sol. Agustín Castejón Oliva y Germán Santamaria Herranz (2011) afirma:

Esta inclinación del eje polar provoca los cambios estacionales, las diferentes duraciones de las noches y los días en verano y en invierno, y también la que hace que el Sol este más alto al medio día, en verano que en invierno.(pág. 9)

- **Declinación**

La declinación es el ángulo que forma el plano del ecuador de la Tierra con la línea situada en el plano de la eclíptica, que une los centros del sol y de la tierra figura 7. Este ángulo varia a lo largo de la órbita de la Tierra alrededor del Sol, alcanzando valores

máximos en los solsticios de verano (declinación máxima positiva, $\delta = 23,45^\circ$) e invierno (declinación máxima negativa, $\delta = -23,45^\circ$) y valores nulos en los equinoccios (declinación nula, $\delta = 0^\circ$) aunque la declinación varía se puede suponer que permanece constante a lo largo de un día. (Agustín Castejón Oliva y Germán Santamaria Herranz, 2011, pág. 10)

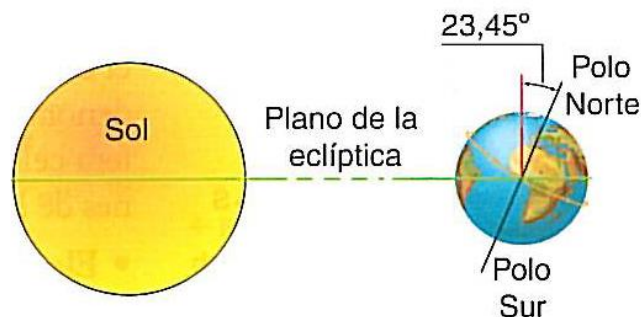
Este parámetro es importante para la determinación del ángulo de inclinación y posicionamiento de los respectivos módulos fotovoltaicos.

$$\delta = 23,45 * \text{sen}\left(360 * \frac{284+S_n}{365}\right) \quad \text{Ecuación 2 8.2.5}$$

δ = declinación (grados)

S_n = día del año (1...365, tomado 1 para el primer día de enero).

Figura 6: Eje polar y plano de la Eclíptica



Fuente: (Agustín Castejón Oliva y Germán Santamaria Herranz, 2011)

8.3. ENERGÍA FOTOVOLTAICA

La energía fotovoltaica tiene su principal fuente de conversión de energía que son los módulos fotovoltaicos, los mismos que convierten la energía solar en energía eléctrica a través de algunas reacciones.

La energía fotovoltaica tiene su origen en la luz del sol (fotones), y puede transformarse en energía eléctrica por medio de células fotoeléctrica. No es muy grande la energía que se recupera pero si es importante en muchas aplicaciones puntuales, especialmente para

lugares aislados, en lo que es difícil o muy caro, acceder a las redes eléctricas de distribución de la energía eléctrica. (José Roldán Vilorio, 2012, pág. 93)

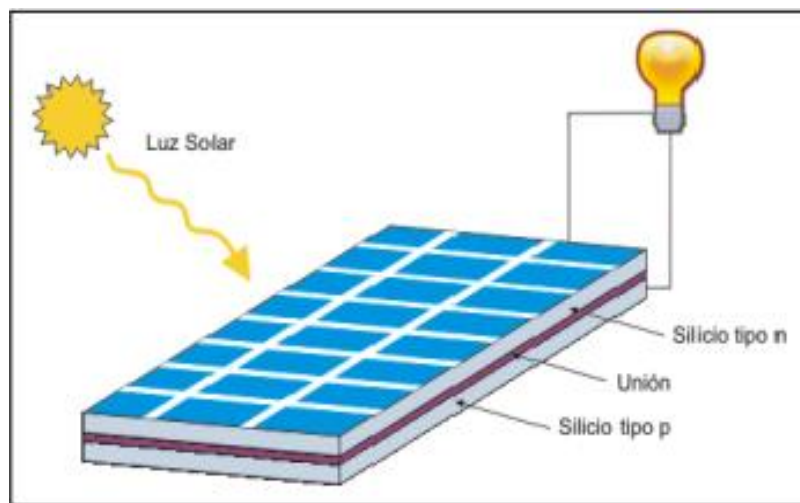
8.3.1. Paneles fotovoltaicos

Los paneles fotovoltaicos son elementos que transforman la luz del Sol (protones), en energía eléctrica a partir de células fotoeléctricas.

8.3.1.1. Efecto fotovoltaico

El efecto fotovoltaico se produce cuando el material de la celda solar (silicio u otro material semiconductor) absorbe parte de los fotones del sol. El fotón absorbido libera a un electrón que se encuentra en el interior de la celda. Ambos lados de la celda están conectados por un cable eléctrico, así que se genera una corriente eléctrica. (M. Sc. Ing. Carlos Orbezo et al, 2010, pág. 11)

Figura 7: Efecto fotovoltaico



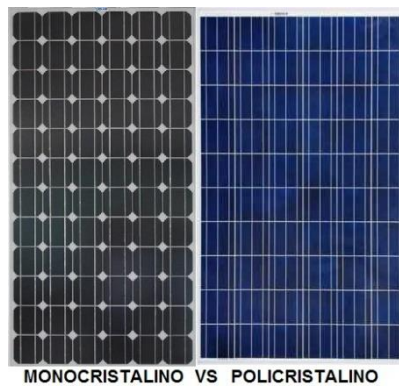
Fuente: <http://www.textoscientificos.com>

8.3.1.2. Paneles fotovoltaicos

Los paneles fotovoltaicos están constituidos por células fotovoltaicas construidas con cristales de silicio distinguiendo tres clases, de más a menos eficiencia o rendimiento y precio, como son:

- Panel de silicio monocristalino. Eficiencia de 12 – 16%.
- Panel de silicio policristalino. Eficiencia de 10 – 12%.
- Panel de silicio amorfo. Eficiencia entre 6 – 8%.

Figura 8: Panel solar



Fuente: <http://desenchufados.net/>

8.3.1.3. Características generales de los paneles fotovoltaicos.

En la actualidad se fabrican paneles con eficiencia de hasta 18%.

Los paneles tienen una eficiencia media del 12%, lo que supone, 120 W/m^2 en condiciones óptimas de irradiación.

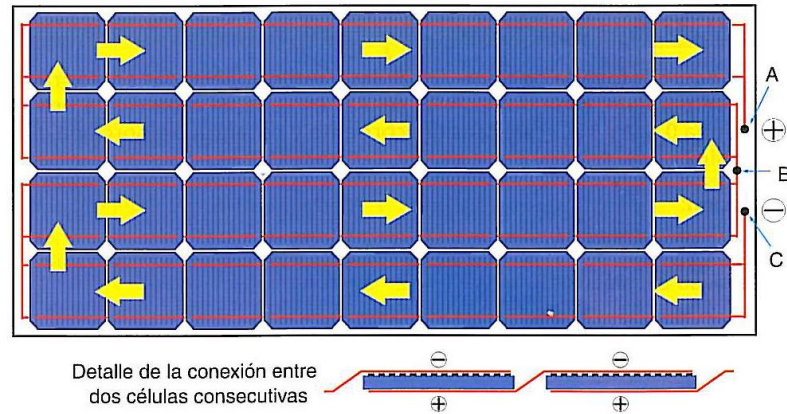
Puede variar entre 100 W/m^2 en invierno y 250 W/m^2 en verano.

En las instalaciones fotovoltaicas es necesario saber la vida útil del sistema de generación para lo cual. José Roldán Viloría (2012) afirma:

La vida útil de un panel viene a ser de 30 años. La radiación solar se transmite a través de fotones que al incidir sobre la superficie del cristal de silicio (célula fotoeléctrica) se genera una corriente eléctrica (intensidad de corriente) bajo una diferencia de potencial (tensión). (pág. 97)

Para la generación de energía eléctrica en los módulos fotovoltaicos las células solares son conectadas entre sí con el fin de obtener un voltaje y una corriente adecuada y así determinar su potencia. José Roldán Viloría (2012) afirma. “El panel o módulo fotovoltaico está constituido por un número determinado de células fotovoltaicas que pueden estar conectadas en grupos de serie-paralelo para conseguir una determinada tensión (V), y una intensidad (A), para suministrar una determinada potencia (W)” (pág. 97).

Figura 9: Constitución de un panel fotovoltaico



Fuente: (Agustín Castejón Oliva y Germán Santamaria Herranz, 2011)

8.3.1.4. Conexiones de los paneles fotovoltaicos

Varias son las formas de conexión entre paneles atendiendo a la demanda del circuito, como puede ser amentar los valores de la tensión o de la corriente.

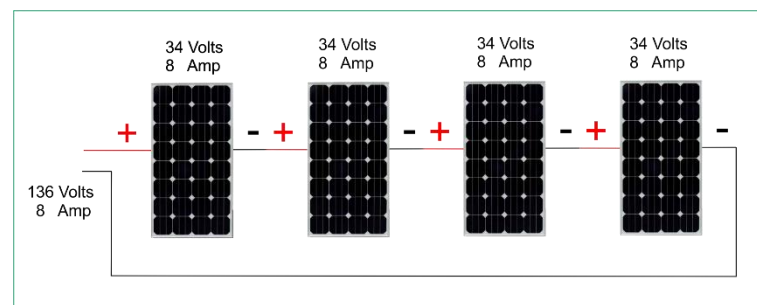
- **Funcionamiento individual**

La tensión y la corriente corresponderán a las nominales del panel.

- **Conexión serie**

Características de este acoplamiento es que aumenta la tensión (U) de suministro.

Figura 10: Conexión serie de los paneles fotovoltaicos

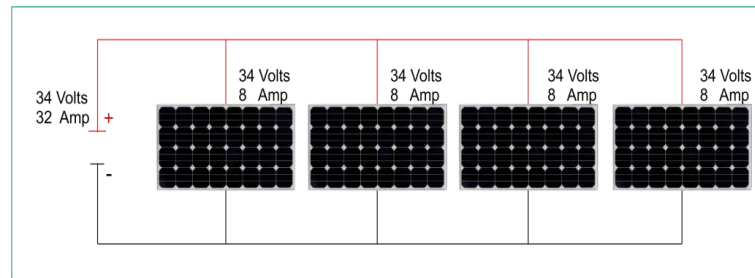


Fuente: <http://www.gcsolar.net>

- **Conexión paralelo**

Características de este acoplamiento es que aumenta la intensidad (I) de suministro.

Figura 11: Conexión en serie de los paneles fotovoltaicos.

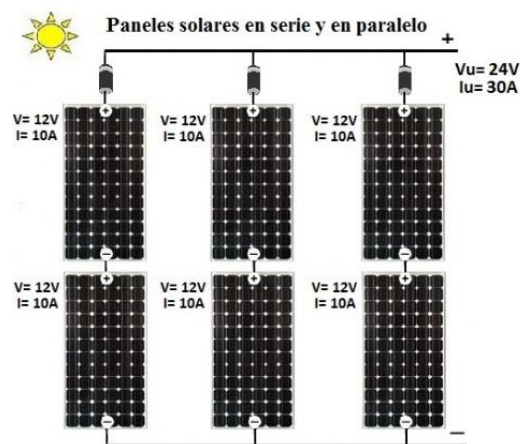


Fuente: <http://www.gcsolar.net>

- **Conexión mixta (serie paralelo)**

Características de este acoplamiento es que aumenta la tensión (U) y la intensidad (I) de suministro.

Figura 12: Conexión serie paralelo de los paneles fotovoltaicos



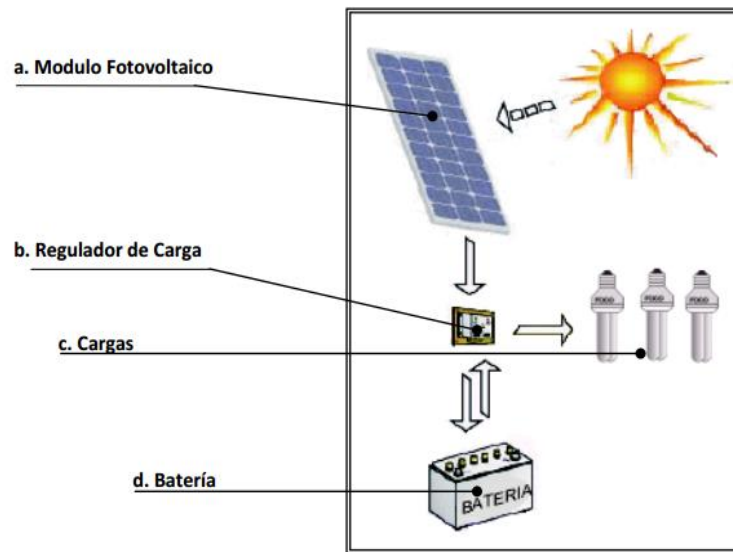
Fuente: <http://www.mpptsolar.com/>

8.4. ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN LAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS.

Las instalaciones fotovoltaicas incluyen diferentes elementos complementarios para controlar los circuitos, almacenar energía y suministrarla a la utilización.

El sistema está conformado básicamente de un módulo fotovoltaico (generador fotovoltaico), una batería (sistema de acumulación), un regulador de carga (equipo de control) y las cargas en corriente continua (luminarias, Televisor etc.). A estos elementos hay que añadir los materiales auxiliares de infraestructura (cables, estructuras soporte, etc.).

Figura 13: Elementos de las instalaciones fotovoltaicas



Fuente: (M. Sc. Ing. Carlos Orbegozo y Ing. Roberto Arivilca, 2010)

8.4.1. Paneles o módulos fotovoltaicos.

Es el principal componente en la generación de energía eléctrica. “Elementos generadores de energía eléctrica. Generan corriente continua (CC)” (José Roldán Vilorio, 2012, pág. 100)

Este elemento lo tienen todas las instalaciones fotovoltaicas.

8.4.2. Regulador de corriente

Es el encargado de regular la corriente y el voltaje de los módulos fotovoltaicos al sistema de acumulación. M. Sc. Ing. Carlos Orbegozo y Ing. Roberto Arivilca (2010) afirma. “Este componente tiene la finalidad de producir el acople correcto entre el módulo, la batería y la carga” (pág. 20).

8.4.2.1. Funciones del regulador

- Dirige la electricidad generada en los módulos FV hacia el uso final si el tiempo de demanda de electricidad coincide con las horas de sol.
- Dirige la electricidad generada en los módulos FV hacia la batería, en caso que haya un exceso de potencia solar.
- Impide daños en los cables y evitar cortocircuitos en todo el sistema fotovoltaico (SF).
- Hace que la batería dure más tiempo.

- Protege y sirve para impedir la eventual corriente que pueda fluir de la batería hacia el módulo en periodos sin sol.
- Proteger la(s) batería(s) de los riesgos de sobrecarga y descarga profunda, regulando la entrada de corriente proveniente del módulo a la batería y la salida de corriente de la batería a la carga.

Figura 14: Regulador de Corriente.



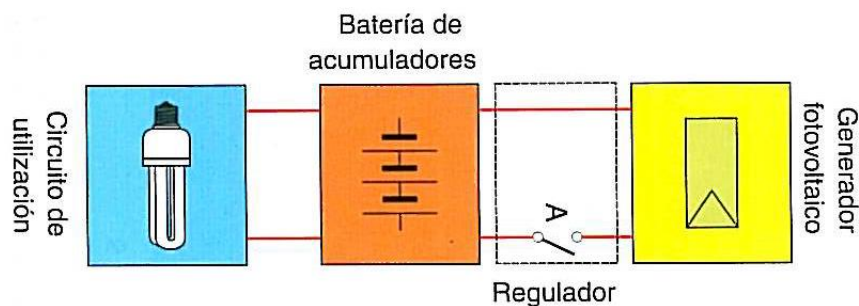
Fuente: mercadolibre.com.ec

8.4.2.2. Regulador serie

El control de carga de la batería de acumuladores se efectúa interrumpiendo la conexión entre el generador fotovoltaico y la batería mediante el relé de estado sólido. Pues la energía producida por el modulo es disipada en forma de calor o por una resistencia baja.

Estos se basan lógicamente en el concepto de regulación en serie, en la que el grupo solar se desconecta del sistema de baterías cuando se logra un estado de plena carga. En otras palabras, este sistema es equivalente a un interruptor conectado en serie que proporciona una vía de baja resistencia (de decenas de miliohmios) desde el grupo solar al sistema de baterías durante la carga, y un circuito abierto entre el grupo y la batería cuando ésta se encuentra plenamente carga. (Agustín Castejón Oliva y Germán Santamaria Herranz, 2011, pág. 98)

Figura 15: Funcionamiento de un regulador serie



Fuente: (Agustín Castejón Oliva y Germán Santamaria Herranz, 2011)

8.4.3. Baterías solares

El sistema de acumulación es uno de los elementos necesarios dentro del sistema de generación fotovoltaica-eléctrica ya que estos funcionarían en los noches y los días que la radiación solar es deficiente. “La batería es uno de los componentes más importantes del sistema; tiene como función almacenar la electricidad generada por el módulo y suministrarla a los equipos cuando lo necesiten” (M. Sc. Ing. Carlos Orbezo y Ing. Roberto Arivilca, 2010, pág. 21).

Figura 16: Baterías solares



Fuente: <http://www.energiasrenovablesperu.com/>

8.4.3.1. Capacidad de almacenamiento de las baterías.

Se denomina capacidad a la cantidad de energía que una batería puede almacenar.

La capacidad de una batería se mide en amperios-hora (Ah). Esto indica la cantidad de energía que puede generar una batería antes de descargarse completamente (observe que la unidad amperios-hora no es realmente una medida de energía; para convertir amperios-hora a energía en watts-hora, multiplíquelos por el voltaje de la batería). (M. Sc. Ing. Carlos Orbezo y Ing. Roberto Arivilca, 2010, pág. 21)

8.4.3.2. Carga, descarga y estado de carga.

- **Carga**

Se puede determinar aproximadamente la cantidad de energía recibida por una batería (Q , en amperios horas), multiplicando la corriente de carga (I , amperios) por el tiempo de carga (T , en horas):

$$Q = I * T$$

Ecuación 3 **8.4.3.2**

- **Descarga**

Es el estado de la batería cuando su energía está usada por una carga. La corriente de descarga representa la velocidad a la que se sustrae corriente de la batería.

- **El estado de carga**

Representa la cantidad de energía restante en la batería. Éste indica si una batería está completamente cargada, cargada a medias o completamente descargada.

8.4.3.3. Ciclo, ciclo de vida y profundidad de descarga.

- **Ciclo**

En un SF (sistema fotovoltaico), una batería se carga diariamente mediante un módulo FV y luego se descarga debido al uso durante la noche y la madrugada. Un periodo de carga junto con su correspondiente periodo de descarga, conforman lo que llamamos un ciclo. (M. Sc. Ing. Carlos Orbezo y Ing. Roberto Arivilca, 2010, pág. 22)

El ciclo de la batería es muy importante al momento de la selección de los mismo, con esto se garantice la duración de la instalación fotovoltaica.

- **Ciclo de vida**

Las batería que soportan aquellas descargas profundas, esas son las baterías esenciales para la aplicación con los generadores fotovoltaicos. M. Sc. Ing. Carlos Orbezo y Ing. Roberto Arivilca (2010) afirma:

La mayoría de baterías tienen un ciclo de vida de varios miles de ciclos. El ciclo de vida promedio de una batería (el cual debe ser especificado por el fabricante o el distribuidor) es el número estimado de ciclos de duración de una batería antes de que su capacidad disminuya a un 80% de su capacidad nominal. El ciclo de vida real se acorta debido a descargas profundas, alta temperatura, falta de mantenimiento, y demasiadas descargas a alta velocidad. Esto es típico durante largos periodos nublados, o cuando la carga es mucho mayor que la entrada de sol. (pág. 22)

8.4.3.4. Tipos de batería.

Las baterías solares han sido especialmente diseñadas para usos con módulos FV, con el fin de superar los problemas del uso de baterías convencionales. Entre sus características podemos mencionar:

- Un buen ciclo de vida, es decir, entre 1,000 y 2,000 ciclos (entre 3 y 6 años), en caso de que las baterías no pasen por ciclos profundos muy a menudo.

8.4.3.5. Cálculo de la batería

En la configuración de una instalación aislada, se plantea que características deberá tener el acumulador que empleemos. Para efectuar el cálculo deberemos conocer el consumo medio diario (L_D) y debemos establecer que autonomía (F_{SB}) deberá tener razonablemente la instalación, es decir, cuantos días podrá funcionar en ausencia total de generación eléctrica. También deberemos tener en cuenta la profundidad máxima de descarga ($PD_{MÁX}$) a la que se someterá la batería.

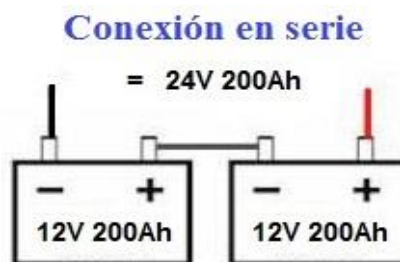
El cálculo del sistema de acumulación debe estar acorde a la capacidad de la carga y a una profundidad de descarga máxima recomendable del 70%. A partir de todos estos datos emplearemos la fórmula:

$$C_B = \frac{L_D \times F_{SB}}{PD_{MÁX}} \quad \text{Ecuación 4 8.4.3.5}$$

8.4.3.6. Conexión de baterías

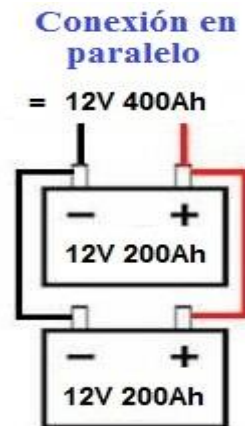
- **Acoplamiento serie.** Aumenta la tensión.

Figura 17: Conexión serie



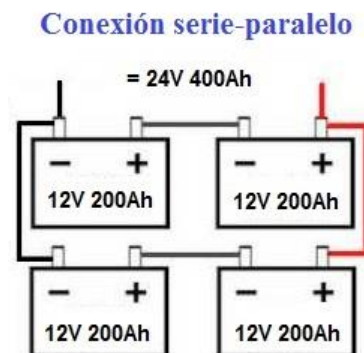
Fuente: <http://www.mpptsolar.com/>

- **Acoplamiento paralelo.** Aumenta la carga de corriente almacenada.

Figura 18: Conexión en paralelo

Fuente: <http://www.mpptsolar.com>

- **Acoplamiento mixto.** Aumenta la tensión y la carga de corriente almacenada.

Figura 19: Conexión serie paralelo

Fuente: <http://www.mpptsolar.com>

8.4.4. El inversor

Uno de los componentes del sistema fotovoltaico es el inversor, tiene como función convertir la corriente dc en corriente ac con el fin de energizar aparatos que funcionan con corriente continua. “El inversor se encarga de convertir la corriente continua de la instalación en corriente alterna, igual a la utilizada en la red eléctrica; 220 V de valor eficaz y una frecuencia de 50Hz” (Tomas Díaz Corcobado y Guadalupe Carmona Rubio, 2010, pág. 24). En el Ecuador nuestro sistema es desde 120 V y una frecuencia de 60Hz.

8.4.4.1 Inversores de onda senoidal pura

“La salida de esta clase de inversores es una onda senoidal pura. Se trata del tipo de inversor más adecuada para alimentar cargas electrónicas y dispositivos especialmente sensibles, pero

son más caros que otras clases de inversores” (Miguel Moro Vallina, 2010). Algunos aparatos son muy sensibles, es por eso que para su funcionamiento necesita de corriente alterna pura, por ejemplo un plc o dispositivos electrónicos.

8.4.5. Dimensionamiento del sistema fotovoltaico.

8.4.5.1. Determinación de la potencia del generador.

- **Determinación de la carga.**

Para esto debemos conocer la potencia de la carga a alimentar.

Tenemos que conocer el rendimiento del inversor que vamos colocar para obtener la corriente alterna, ya que en función de esta debemos determinar la potencia total necesaria para que funcione correctamente la instalación. El rendimiento lo obtenemos de las hojas de características del aparato. (Tomas Díaz Corcobado y Guadalupe Carmona Rubio, 2010, pág. 42)

$$E_{TOTAL} = \frac{E_{AC}}{\eta} \quad \text{Ecuación 5 8.4.5.1}$$

η = Es el rendimiento del inversor generalmente considerado entre el 90 %.

E_{AC} = Consumo de energía.

- **Potencia del Generador.**

Para el cálculo de la potencia vamos a utilizar un factor de seguridad o también conocida como el factor de diseño, el cual dimensionará la potencia de los módulos fotovoltaicos.

El factor de seguridad suele ser un número entre 1,1 y 1,4. Normalmente es un parámetro de diseño de la instalación, y en la fórmula, todo son datos menos el valor de la potencia nominal del generador, que será la incógnita que despejamos de la misma. (Tomas Díaz Corcobado y Guadalupe Carmona Rubio, 2010, pág. 42)

$$P_{G \text{ nominal}} = \frac{F_{SG} L_{dm}}{(G_{dm}(\beta) / I_{STC})} \quad \text{Ecuación 6 8.4.5.1}$$

β = Es el ángulo óptimo de instalación de los paneles solares.

$G_{dm}(\beta)$ = es la radiación para el peor mes sobre el que se hace el diseño, para el ángulo de inclinación de los paneles.

I_{STC} = Es la irradiancia en condiciones estándares de medida (STC). Su valor es de 1000 W/m^2

L_{dm} = Es el consumo medio estimado de energía. Se mide en W.h.

$P_{G\ nominal}$ = Es la potencia del generador fotovoltaico.

F_{SG} = El factor de seguridad.

- **Número de paneles fotovoltaicos.**

Se determina a partir de la potencia pico del generador y la potencia pico del módulo fotovoltaico.

$$N_p = \frac{\text{Potencia pico necesaria}}{\text{Potencia pico del panel}} \quad \text{Ecuación 7 8.4.5.1}$$

8.4.5.2. Cálculo de regulador de carga.

Con tal objetivo, debemos tomar el valor de I_{SC} del panel solar que hayamos elegido para la configuración del generador fotovoltaico. (Tomas Díaz Corcobado y Guadalupe Carmona Rubio, 2010, pág. 63).

Para calcular la corriente de carga del regulador aplicamos la siguiente formula:

$$I_{G, \max} = N_p I_{SC} \quad \text{Ecuación 8 8.4.5.2}$$

N_p = Es el número de paneles del sistema.

I_{SC} = Es la corriente de corto circuito, en si es la corriente máxima.

Hay que añadir un margen de seguridad para evitar que el regulador trabaje al límite de la corriente máxima que debe soportar el regulador. Para ello, se suele utilizar un margen de seguridad del 10%. Así pues, para obtener el valor de la corriente del regulador hay que sumarle el 10% de la corriente máxima que va a soportar. (Miguel Pareja Aparicio, 2010, pág. 37).

$$I_{regulador} = I_{G, \max} * 1,1 \quad \text{Ecuación 9 8.4.5.2}$$

8.4.5.3. Cálculo del inversor.

El cálculo del inverso se lo realiza sumando todas las cargas de corriente alterna como radio, tv, focos, motores, entre otros. “Por último, para el **cálculo del inversor**, únicamente hemos de

calcular la suma de las potencias de las cargas de alterna” (Lorenzo, 2011). Como se aprecia en la expresión:

$$P_{inv} = 1.2 * P_{AC} \quad \text{Ecuación 10 8.4.5.3}$$

8.4.6. Conductores de la instalación fotovoltaica.

Elegir una sección adecuada es importante, ya que una mala elección puede suponer una caída de tensión más elevada en el conductor, lo que se traduce en un aumento de la corriente y su correspondiente aumento de la temperatura.

8.4.6.1. Cálculo de la sección.

Hay que diferenciar entre la tensión que alimenta al circuito de corriente continua (panel, regulador y batería) y el de corriente alterna (vivienda).

- **En corriente continua**

Para el cálculo de la sección de un cable se debe conocer: el material que lo compone (cobre o aluminio y su conductividad -k-), la longitud del cable (l) en metros, la corriente que atravesará el conductor (I) en amperios y la caída de tensión entre sus extremos (U) en voltios. La selección del cable se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$S = 2 \frac{l * I}{k * U} (mm^2) \quad \text{Ecuación 11 8.4.6.1}$$

El valor de la conductividad (k) dependerá del material utilizado.

- Cobre: $56 \text{ m}/\Omega mm^2$
- Aluminio $35 \text{ m}/\Omega mm^2$

La caída de tensión (U) se calcula para un porcentaje de la tensión, que variara en función de los equipos que interconecta:

- Caídas de tensión entre generador y regulador/inversor: 3%.
- Caídas de tensión entre regulador y batería: 1%.
- Caídas de tensión entre inversor y batería: 1%.
- Caídas de tensión entre regulador e inversor: 1%.
- Caídas de tensión entre inversor/regulador y equipos: 3%.

En las instalaciones de corriente continua, los positivos y negativos se conducirán por separados y protegidos y señalizados (código de colores, etiquetas, etc.).

- **En corriente alterna**

“El cálculo en corriente alterna monofásica se basa en el reglamento electrotécnico de baja tensión (REBT) en el cual se establece una caída de tensión del 3% para viviendas y un 5% para la industria” (Miguel Pareja Aparicio, 2010, pág. 103). Entonces las dimensiones se realizarán en base al circuito de distribución interna en instalaciones residenciales.

8.4.6.2. Código de colores de los cables.

Para el circuito de corriente continua se utiliza el siguiente código de colores:

- **Rojo:** para el polo positivo o conductor activo.
- **Negro:** para el polo negativo.

Para el circuito de corriente alterna se utiliza el siguiente código de colores:

- **Negro, marrón o gris:** para la fase.
- **Azul:** para el neutro.
- **Bicolor (amarillo y verde):** para la toma de tierra.

8.4.7. Aparatos de maniobra y protección en un sistema fotovoltaico autónomo.

8.4.7.1. Protección contra sobreintensidades.

En el circuito que va del generador fotovoltaico al regulador de carga, la intensidad máxima que puede aparecer corresponde con la corriente de cortocircuito, limitada por el propio generador (I_{GSC}). En las ramas o módulos fotovoltaicos en paralelo que forma el generador, también está limitada la corriente al valor de cortocircuito de un modulo (I_{GSC}). (Agustín Castejón Oliva y Germán Santamaria Herranz, 2011, pág. 152)

Para proteger a cada rama o modulo en paralelo frente a esta situación se puede poner diodos de bloqueo, o disponer de algún dispositivo de protección contra sobreintensidades, como pueden ser fusibles o interruptores automáticos magnetotérmicos.

- **Fusibles.-** Se dimensiona para actuar entre 1,5 y 2 veces la corriente de cortocircuito (I_{SC}). Si la tensión del generador fotovoltaico es elevada se debe comprobar que la tensión asignada al fusible soporta 1,2 veces la tensión de circuito abierto del generador.

Además de las protecciones mencionadas, las ramas en paralelo del generador y este mismo tiene que disponer de un dispositivo de maniobra que permita su desconexión del resto de instalación.

- **Interruptor general del generador.-** Es un interruptor que tiene que estar preparado para abrir o cerrar el circuito en condiciones de servicio. Se dimensionan para soportar la corriente de cortocircuito del generador y la tensión de circuito abierto del generador.

En el circuito de la batería de acumuladores al regulador, sí que pueden aparecer corrientes muy elevadas en caso de corto circuito. Estas funciones se pueden realizar con:

- **Fusibles.-** Es la solución más preferente porque es más eficaz frente a elevadas corrientes de cortocircuito que se pueden presentar. Como este circuito se dimensiona para soportar la corriente de corto circuito del generador, el calibre del fusible debe estar entre 1,5 y 2 veces dicha y su curva característica puede ser tipo gG.
- **Interruptores automáticos magnetotérmicos.-** Tienen que ser específicos para corriente continua. Se utiliza el mismo criterio de dimensionado que con los fusibles pudiendo utilizar una curva de disparo normal, tipo B.

8.4.7.2. Protección contra sobretensiones.

Para la protección contra las sobretensiones que pueden producirse en el generador fotovoltaico por descargas atmosféricas se deben instalar protectores contra sobretensiones en la caja de conexiones del generador, conectados entre el positivo y negativo y la toma de tierra

8.4.7.3. Aislamiento y puesta a tierra.

Los módulos del generador fotovoltaico y los materiales utilizados en la instalación eléctrica deben tener un aislamiento clase II. Los marcos metálicos de los módulos y la estructura soporte del generador fotovoltaico estarán conectados a tierra mediante conductor de cobre de sección mínimas de 16 mm^2 .

8.4.7.4. Protección del inversor y los circuitos de utilización.

Son circuitos de c.a y las protecciones son corta sobrecargas y cortocircuitos mediante interruptores automáticos magnetotérmicos y contra contactos directos e indirectos mediante interruptor diferencial.

8.5. Configuración de instalaciones solares fotovoltaicas autónomas.

8.5.1. Irradiancia e irradiación

Son valores las cuales permiten medir la radiación solar. Tabla 2.

Tabla 2: Valores utilizados para medir la radiación solar.

VALOR	DEFINICIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
Irradiancia	Potencia recibida por unidad de superficie	W/m^2
Irradiación	Energía recibida por unidad de superficie	$W \cdot h/m^2$

Fuente: (Tomas Díaz Corcobado y Guadalupe Carmona Rubio, 2010)

8.5.2. Radiación recibida en un panel solar.

La inclinación de los paneles solares busca el mayor aprovechamiento de la radiación solar y consigue generalmente aumentar la cantidad de W/m^2 que se recibe en el panel. Es importante determinar correctamente cuál debe ser el ángulo de inclinación del panel, que dependerá siempre de la ubicación geográfica de la instalación.

La radiación solar es un recurso muy difícil de determinar por su carácter aleatorio, se utilizan bases de datos de radiación incidente en el diseño de las instalaciones fotovoltaicas.

Para el diseño de instalaciones fotovoltaicas autónomas se trabaja se trabaja con bases de datos de radiación media mensual. Existen bases de datos por localidades donde podemos consultar estos valores como por ejemplo:

- Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS): sistema de información geográfica para instalaciones fotovoltaicas.
- Censolar H-World (valores medios mensuales de muchas localidades del mundo).
- Portal sobre energía solar de la NASA.

8.5.3. Orientación de los paneles solares.

8.5.3.1. Montaje fijo.

Es muy habitual en las instalaciones autónomas.

- Colocación del ángulo óptimo de elevación del panel solar, mediante un inclinómetro.

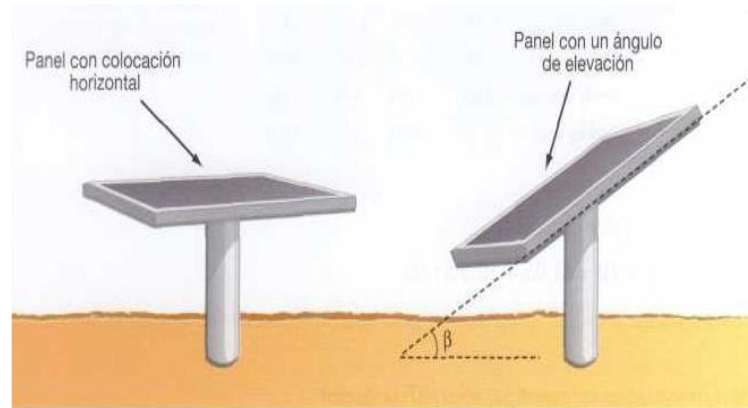
8.5.3.2 Ángulo de elevación (β).

Es el que forma el panel solar con el suelo. Se determina a partir de la latitud de la ubicación geográfica de la instalación y de la declinación solar. Su expresión:

$$\beta = \varphi + \delta \quad \text{Ecuación 12 8.5.3.2}$$

Siendo φ la latitud y δ la declinación solar.

Figura 20: Posibles montajes de los paneles solares.



Fuente: (Tomas Díaz Corcobado y Guadalupe Carmona Rubio, 2010)

8.6. Logo.

Es un autómata programable que resuelven tareas de instalación y del ámbito doméstico (p.ej. alumbrado de escaleras, luz exterior, toldos, persianas, alumbrado de escaparates, etc.), así como la construcción de armarios eléctricos, máquinas y aparatos (p.ej. controles de puertas, instalaciones de ventilación, bombas de agua no potable, etc.) (SIEMENS;, 2003)

Es un módulo lógico, es decir, un controlador programable con salida a relé o transistor, libre de ruido y perturbaciones. Por lo tanto es necesario programar el logo para que éste haga una tarea ya que por sí solo no hace nada. Ya sea en lenguajes de programación ladder, en bloques.

9. HIPÓTESIS.

La implementación de un sistema fotovoltaico permitirá la generación de energía eléctrica necesaria para alimentar un sistema de oxigenación de agua de 125W en la crianza y reproducción de truchas en la Finca San Nicolás.

10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL.

En este ítem se realiza el análisis de los resultados de las mediciones y al mismo tiempo hacer una comparación de los datos obtenidos de los estudios del Portal de la NASA. Con los datos obtenidos se procede al cálculo necesario para la selección y dimensionamiento del sistema fotovoltaico, también se determinará la posición del panel o los paneles en base a la medición realizada con el medidor de radiación solar y el lugar que se ejecutará el proyecto.

10.1. Cálculos para la selección y dimensionamiento de los materiales del sistema fotovoltaico.

10.1.1. Estudio de la Radiación Solar

Mediante mediciones de la radiación solar realizadas en sector, con la aplicación de un medidor fotovoltaico, la toma de los datos se lo realizó durante un semestre (anexo B). Una vez determinado la tabla de la radiación solar se realizó la comparación de los datos medidos en el sector, con los datos estadísticos de estudios ya realizados del portal de la NASA meteorología de superficie y energía solar.

Del portal de la NASA meteorología de superficie y energía solar, se obtuvo el siguiente informe meteorológico de la radiación solar, el mismo que mediante las coordenadas de Latitud y Longitud se detalla la radiación mensual que incide en una superficie horizontal e inclinada.

Tabla 3.

Tabla 3: En promedio mensual de la radiación que incide sobre una superficie acentuada inclinada-ecuador (kWh / m² / día)

Latitud -0,922 Lon -78,533	Ene	Feb	Mar	Abr	Mayo	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	anual media
SSE HRZ	4.13	4.34	4.55	4.33	4.12	4.01	4.26	4.46	4.26	4.24	4.30	3.98	4.25
K	0.40	0.41	0.43	0.42	0.42	0.43	0.45	0.45	0.41	0.40	0.42	0.39	0.42
Difuso	2.16	2.28	2.35	2.22	2.05	1.96	1.98	2.12	2.28	2.28	2.19	2.12	2.17
Directo	2.96	2.98	3.10	3.02	3.09	3.18	3.48	3.40	2.81	2.79	3.13	2.83	3.07
inclinación 0	4.08	4.29	4.49	4.27	4.07	3.97	4.22	4.40	4.21	4.18	4.24	3.92	4.20
inclinación 15	4.18	4.31	4.41	4.31	4.22	4.19	4.43	4.50	4.16	4.17	4.33	4.03	4.27
inclinación 90	2.20	2.00	1.68	2.02	2.38	2.55	2.61	2.26	1.68	1.85	2.20	2.19	2.14
OPTAR	4.18	4.33	4.49	4.32	4.23	4.23	4.46	4.50	4.22	4.20	4.33	4.04	4.29
OPT ANG	15.0	9.00	1.00	10.0	20.0	25.0	23.0	15.0	3.00	7.00	14.0	17.0	13.2

Fuente: <https://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/grid.cgi>

Utilizado la información de la tabla 3, se realiza una comparación de la radiación medida gracias equipo de medición de radiacion solar con los datos del mismo obtenidos del portal de la NASA meteorología de superficie y energía solar. Tabla 4.

Tabla 4: datos de la irradiación solar, medido y obtenido del Portal de la NASA.

UBICACIÓN	JUAN PABLO II	
LATITUD	-0.92 (0°55'20.7"S)	
LONGITUD	-78.53 (78°31'58.2"W)	
ALTURA	3276 m	
	Irradiación Promedio (kW.h/m ² /día)	
MES	Medido	Según la NASA a una inclinación de 15°
ENERO	4,01	4,18
FEBRERO	4,15	4,31
MARZO	4,32	4,41
ABRIL	4,23	4,31
MAYO	4,27	4,22
JUNIO	4,40	4,19
JULIO		4,43
AGOSTO		4,5
SEPTIEMBRE		4,16
OCTUBRE		4,17
NOVIEMBRE		4,33
DICIEMBRE		4,03
Promedio	4,23	4,27

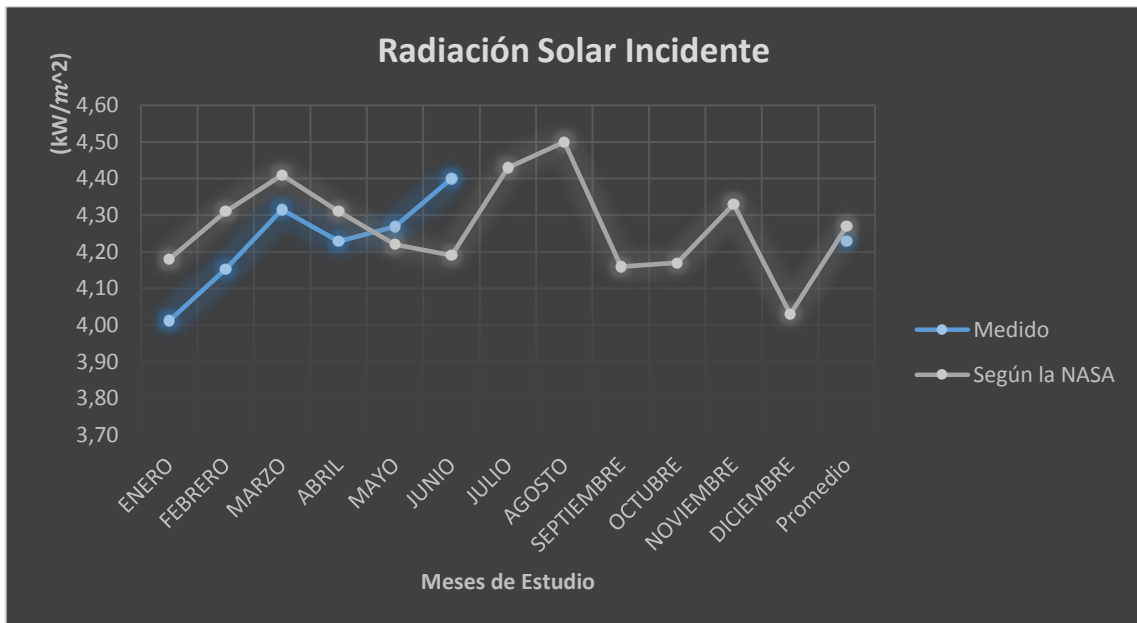
Realizado: Equipo Investigador

Los valores detallados en la tabla N°4 son valores de la radiación promedio de los meses de estudio y los obtenidos del portal de la nasa, en la cual con el dato de la radiación del peor mes que es ENERO se considera para el cálculo apropiado del sistema fotovoltaico garantizando así que el sistema sea confiable durante todo el año.

En el anexo B se muestran las tablas de mediciones periódicas de la radiación solar incidente en el sector para un ángulo de captación óptimo, los mismos que fueron medidos durante un semestre, en condiciones de favorables como son los días despejados y en condiciones desfavorables como son los días nublados y lluviosos.

La figura 21 muestra la curva de radiación tanto de los meses medidos y los descargados del portal de la NASA.

Figura 21: Irradiación Solar Mensual.



Realizado: Equipo investigador

10.1.1.1. Instrumentos utilizados para medir la radiación solar.

- **Medidor de radiación solar**

Su definición se detalla en el apartado 8.2.4, el cual utilizamos para medir la radiación incidente en el sector donde se instalaran los paneles fotovoltaicos. Figura 22.

Figura 22: Medidor de radiación solar.



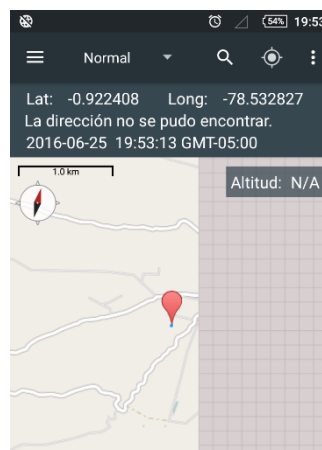
Realizado: Equipo investigador

- **Sistema de Posicionamiento Global (GPS)**

El Sistema de Posicionamiento Global, más conocido con las siglas en inglés GPS, es un Sistema de Navegación por Satélite que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, con una gran precisión que puede llegar hasta los centímetros, si bien lo habitual son unos pocos metros. El sistema fue desarrollado, instalado y actualmente operado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, que suministra información sobre la posición y la velocidad de los objetos que lo usan 24 horas al día y con cobertura en todo el mundo. (Cuartero, 2012).

La aplicación que se utilizó para determinar la posición del lugar donde se realiza el proyecto es la aplicación de Mapa Coordenada la cual utiliza el GPS de un celular y nos facilita los datos latitud, longitud y altura del lugar que se necesita para seguir con la investigación. Figura 23.

Figura 23: Latitud y Longitud según la aplicación Mapa Coordenada.



Realizado: Equipo investigador

- **Google Maps.**

Es una utilidad de Google que muestra mapas de todo el planeta. Puedes alternar tres clases de vista de los mapas:

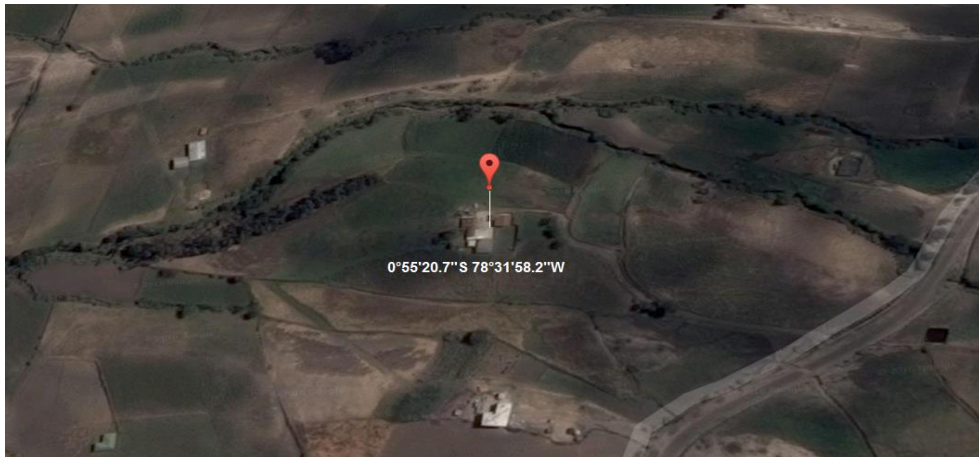
Satélite: Es una vista de pájaro, con fotografías a gran altura reales.

Mapa: Un callejero/mapa de carreteras.

Híbrida: Mezcla ambas opciones (dentro de satélite selecciona superponer Callejero). (Google Maps, 2010)

Según las coordenadas de latitud y longitud se determinó el sector donde se realiza la implementación el cual se puede observar en la siguiente figura 24, gracias a la aplicación de Google Maps.

Figura 24: Sector Juan Pablo II (Google Maps)



Fuente: <https://maps.google.com.ec>

- **NASA**

La Ciencia Atmosférica del Centro de Datos (dingxin) en la NASA Langley Research Center es responsable del procesamiento, archivo y distribución de datos de la ciencia de la NASA de la Tierra en las zonas de balance de radiación, nubes, aerosoles, y la química de la troposfera. (NASA, Centro de Investigación Langley de la, 1991).

El portal de la NASA nos ayudó con la información para determinar la radiación incidente a una inclinación de 15° el cual lo comparamos con la radiación medida el mismo que se lo realizó en el sector donde se va a implementar el sistema fotovoltaico.

10.1.2. Demanda energética del sistema de oxigenación.

Para realizar el cálculo de sistema fotovoltaico, se determina la cantidad de carga que se conectará al sistema fotovoltaico. En este caso el proyecto es para energizar unos aireadores eléctricos cuyo consumo eléctrico se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 5: demanda energética del sistema de oxigenación.

DEMANADA ENERGÉTICA DEL SISTEMA DE OXIGENACIÓN						
DESCRIPCIÓN	TENSIÓN en Voltios (V)	POTENCIA en Vatios (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL en Vatios (W)	UTILIZACIÓN Hora/Día	ENERGIA Wh/Día
Aireadores	120	25	5	125	12	1500
Total						1500

Realizado: Equipo investigador

La carga detallada en el cuadro funciona con corriente alterna en donde se utilizará un inversor que transformará la corriente continua de las baterías en corriente alterna.

Según la ecuación 5 **8.4.5.1** del apartado 8.4.5.1 nos muestra la demanda energética del sistema de oxigenación conjuntamente con el rendimiento del inversor y aplicando dicha ecuación nos queda:

$$E_{TOTAL} = \frac{E_{AC}}{\eta}$$

$$E_{TOTAL} = \frac{1500 \text{ W.h}}{0.9} = 1666.67 \text{ W.h} \quad \text{Resp.}$$

$\eta =$ Es el rendimiento del inversor generalmente considerado entre el 90 %.

10.1.3. Cálculo de la potencia del generador fotovoltaico.

Gracias a la ecuación 6 **8.4.5.1** del apartado 8.4.5.1 se procede a determinar la potencia del generador fotovoltaico, tomando en cuenta los siguientes datos:

$$F_{SG} = 1.4$$

$$L_{dm} = 1666.67 \text{ W.h}$$

$G_{dm}(\beta) = 4010 \text{ W.h/m}^2$ que es la radiación solar incidente en el sector del pero mes condiciones desfavorables del mismo.

$$P_{G \text{ nominal}} = \frac{F_{SG} L_{dm}}{(G_{dm}(\beta) / I_{STC})}$$

$$P_{G \text{ nominal}} = \frac{1.4 * 1666.67 \text{ W.h}}{(4010 \text{ W.h/m}^2) / (1000 \text{ W/m}^2)} = 581.88 \text{ W} \quad \text{Resp.}$$

El valor obtenido en la ecuación es el resultado de la potencia pico que debe generar el sistema fotovoltaico.

10.1.4. Número de paneles fotovoltaicos necesarios.

Una vez calculado la potencia necesaria a generar se procede al cálculo del número de paneles necesarios para cubrir la demanda. Para dicho sistema según el catálogo de los paneles y la potencia de los mismo se decidió utilizar paneles fotovoltaicos de 250W a 24V. Y con la ecuación 7. **8.4.5.1** del apartado 8.4.5.1 se puede determinar el número de paneles los cuales son:

$$N_p = \frac{\text{Potencia pico necesaria}}{\text{Potencia pico del panel}}$$

$$N_p = \frac{581.88 \text{ W}}{250 \text{ w}} = 2.32 \quad \text{Resp.}$$

El resultado de la ecuación nos da un total de 2.32 paneles fotovoltaicos con una potencia máxima de 250 W a 24V. Por ende para la mejor captación y generación de la energía eléctrica se optó en poner 3 paneles de las mismas características antes mencionadas.

10.1.5. Cálculo de sistema de acumulación.

Para el cálculo del sistema de acumulación utilizaremos la ecuación 4 **8.4.3.5** del apartado 8.4.3.5, conjuntamente con los siguientes parámetros para el dimensionamiento de las baterías las cuales son:

$$L_{dm} = 1666.67 \text{ W.h}$$

$L_{dm}F_{SB}$ = El sistema va estar diseñado para 2 días de autonomía tomando en cuenta que radiación solar incidente es buena y que los paneles fotovoltaicos esta sobredimensionados.

$PD_{m\acute{a}x}$ = Es la profundidad de descarga máxima según la recomendad es del 70%.

$$C_{B,nominal} = \frac{C_{B,\acute{u}til}}{PD_{m\acute{a}x}} = \frac{L_{dm}F_{SB}}{PD_{m\acute{a}x}} (A. h)$$

$$C_{B,nominal} = \frac{1666.67 \text{ W.h} * 2}{0.70} = 4761.91 (W. h) \quad \text{Resp.}$$

Del resultado de la ecuación se obtuvo el resultado en vatios por hora, para transformarlo a amperios por hora se aplica la siguiente formula del cálculo de la potencia:

$$P = V * I \quad \text{Ecuación 13 } \mathbf{10.2.5}$$

Despejando la variable I tenemos:

$$I = \frac{P}{V} \quad \text{Ecuación 14 10.2.5}$$

Remplazamos el resultado de la ecuación 4 8.4.3.5 en la ecuación 14 10.2.5 cuyo valor es:

$$I = \frac{4166.68 \text{ W.h}}{24 \text{ V}} = 198.41 \text{ (A.h)} \quad \text{Resp.}$$

Para una óptima capacidad de almacenamiento se dimensionó el sistema de acumulación tomando de referencia el resultado y aproximándolo a un valor superior, como resultado, la capacidad de las baterías sería de 200Ah a 24V.

- **Número de baterías a instalarse.**

Las baterías son de marca tirar de 6 voltios con una capacidad de 200Ah. De los cálculos obtenidos, los módulos fotovoltaicos generan energía eléctrica con una tensión de 24V y la capacidad del sistema de acumulación calculada es de 198.41Ah, está acorde a la capacidad de la batería de seleccionada pero el voltaje no. Es por eso que se realizó la configuración de conectar las baterías en serie según la descripción del apartado 8.4.3.6 acoplamiento serie y el número de baterías es:

$$\# \text{ de baterías en serie} = \frac{V \text{ del sistema}}{V \text{ de la Batería}} \quad \text{Ecuación 15 10.2.5.}$$

$$\# \text{ de baterías en serie} = \frac{24V}{6V} = 4 \text{ baterías.} \quad \text{Resp.}$$

10.1.6. Selección del regulador de carga.

Para la elección del regulador se calcula con la ecuación 8 8.4.5.2 del apartado 8.4.5.2 para lo cual los parámetros son los siguientes:

N_p = Numero de paneles fotovoltaicos

I_{SC} = Es la corriente de corto circuito de los módulos fotovoltaicos, ya que este sería la corriente máxima que se produciría en condiciones de generación máxima.

$$I_{G, \max} = N_p I_{SC}$$

$$I_{G, \max} = 3 * 8.79A = 26.37 \text{ (A)} \quad \text{Resp.}$$

Gracias a la ecuación 9 **8.4.5.2** del apartado 8.4.5.2 se pudo determinar la corriente para el dimensionamiento del regulador de carga. Como parámetro de cálculo se reemplaza el resultado de la ecuación anterior y se obtiene lo siguiente:

$$I_{regulador} = I_{G, max} * 1,1$$

$$I_{regulador} = 26.37 (A) * 1.1 = 29 (A) \quad \text{Resp.}$$

El resultado obtenido nos da un regulador con una corriente de carga de 29 A en donde los catálogos consultados se adquiere un regulador con los siguientes parámetros eléctricos:

- 30 amperios máximo de corriente de batería en servicio continuo.
- Sistema de 12, 24, 36 y 48 VCC.
- 150 VCC máximo de voltaje de entrada.

10.1.7. Cálculo del inversor.

Según lo enunciado en el apartado 8.4.4.1, el inversor requerido para la conversión de corriente continua a corriente alterna es de tipo senoidal pura, la cual para alimentar los aireadores eléctricos que en si son unos motores de baja potencia, por ende se requiere que la señal sea una onda pura.

Para nuestro caso los aireadores eléctricos funcionan con corriente alterna CA y esta especificada en la tabla 3. Y utilizando la ecuación 10 **8.4.5.3** del apartado 8.4.5.3 obtendremos la potencia máxima para la elección de nuestro inversor la cual es:

$$P_{inv} = 1.2 * P_{AC}$$

$$P_{inv} = 1.2 * 125 (W) = 150 (W) \quad \text{Resp.}$$

Debido a que la carga instalada son aireadores eléctricos, los cuales son unos pequeños motores que bombean agua, se debe considerar el arranque de los mismos, donde la corriente nominal aumentaría en un tiempo instantáneo hasta entrar en su funcionamiento normal. Para determinar este parámetro de cálculo del aumento de la corriente al momento del encendido de los motores se colocó una pinza amperimétrica en la conexión del aireador con la red convencional con el fin de medir y determinar la corriente de consumo en el momento del arranque de dichos aireadores.

El resultado de dicha medida se especifica en la siguiente tabla:

Tabla 6: Parámetros para la selección de inversor

Descripción	Cantidad	Intensidad (A)	Tensión (V)	Potencia (W)	Potencia total (W)
Aireador	5	0.6	120	72	360

Realizado: Equipo investigador

El resultado final para elección del inversor, aplicado la ecuación 10 **8.4.5.3** es:

$$P_{inv} = 1.2 * 360 (W) = 432 (W)$$

El inversor a utilizarse en la instalación es de 24V a 120V para una potencia de 500W.

10.1.8. Cálculo del ángulo de inclinación de los paneles fotovoltaicos.

Según la ecuación 2 **8.2.5** en el apartado 8.2.5 sobre la declinación, tenemos, para la peor radiación medida en los meses de estudio, es el mes de enero dato tomado para el cálculo de la selección y dimensionamiento de los paneles fotovoltaicos, del cual el día 16 que es el día promedio a considerar en el cálculo de la declinación y el resultado es el siguiente.

$$\delta = -23,45 * \text{sen} \left(360 * \frac{284 + 16}{365} \right) = 21.096^\circ$$

El valor obtenido en la ecuación anterior lo remplazamos en la ecuación 12 **8.5.3.2** del apartado **8.5.3.2** donde la latitud en nuestro caso es de -0.922408, remplazando estos valores tenemos:

$$\beta = -0.922408^\circ + 21.096 = 20.17^\circ$$

El ángulo calculado es de 20° orientado al Noreste. También se realizó el posicionamiento del panel en forma práctica, con la ayuda del medidor de radiación solar, se determinó el ángulo de la mayor incidencia de la radiación y el resultado fue 25° de inclinación del panel fotovoltaico. “Sin embargo, hay que tener en cuenta que el ángulo mínimo de inclinación debería ser de por lo menos 15° para asegurar que el agua de las lluvias drene fácilmente, lavando el polvo al mismo tiempo” (M. Sc. Ing. Carlos Orbegozo, et al 2010, pág. 13).

10.1.9. Cálculo de los conductores necesarios para la instalación fotovoltaica.

Para el dimensionamiento de los conductores se realizó el siguiente cálculo según la ecuación 11 **8.4.6.1** del apartado 8.4.6.1 y tomando en cuenta los siguientes parámetros para cada tramo del sistema fotovoltaico se obtiene:

- **Dimensionamiento del conductor del generador fotovoltaico hasta el regulador.**
 - Longitud= 8 m
 - La corriente de cortocircuito de los paneles conectados en paralelo= 26.37
 - La caída de voltaje entre el panel y el regulador debe ser máximo del 3% (apartado 6.4.5.1), como nuestro sistema es de 24V la caída de voltaje será de $24 \cdot 0.03 = 0.72V$
 - k es el factor de conductividad, varía según el material para el cobre por ser el conductor más utilizado en instalaciones eléctricas, la conductividad es $56 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2$.

$$S = 2 \frac{8 \cdot 26.37}{56 \cdot 0.72} = 10.5 (\text{mm}^2) \quad \text{Resp.}$$

El resultado aproximado es de 11 mm^2 , según la tabla 7 de los conductores que muestran el calibre según su área, el conductor apropiado para la conexión entre el generador y el regulador es el calibre # 6.

Tabla 7: Especificaciones técnicas de los cables.

Calibre AWG-MCM	Sección Real (mm ²)	Intensidad Admisible (Amperios)
14	2.081	30
12	3.390	40
10	5.261	55
8	8.366	70
6	13.300	100
4	21.150	130
3	26.670	150
2	33.630	175
1	42.410	205
1/0	53.480	235
2/0	67.430	275
3/0	85.030	320
4/0	107.200	370
250 MCM	126.700	410
300MCM	151.000	460

Fuente: www.electricidad-gratuita.com

- **Dimensionamiento del conductor del regulador hacia el sistema de acumulación.**
 - Longitud= 1m

- La corriente desde el regulador hacia las baterías=26.37
- La caída de voltaje entre el regulador y el banco de baterías debe ser máximo de 1% (apartado 6.4.5.1), como el banco de baterías es de 24V la caída de tensión es: $24*0.01=0.24V$.

$$S = 2 \frac{1*26.37}{56*0.24} = 3.93(mm^2) \quad \text{Resp.}$$

El resultado aproximado es de 4 mm^2 , según la tabla 7 de los conductores que muestran el calibre según su área, el conductor apropiado para la conexión entre el regulador y el banco de baterías es el calibre # 10.

- **Dimensionamiento del conductor del sistema de baterías hacia el inversor.**

- Longitud= 1,5m.
- La corriente que circulara por el conductor será de 20,83 A.
- La caída de voltaje entre inversor y el banco de baterías es máximo 1% (apartado 6.4.5.1), como el banco de baterías es de 24V la caída de tensión es: $24*0.01=0.24V$.

$$S = 2 \frac{1.5*20.83}{56*0.24} = 4.65(mm^2) \quad \text{Resp.}$$

El resultado aproximado es de 5 mm^2 , según la tabla 7 de los conductores que muestran el calibre según su área, el conductor apropiado para la conexión entre el banco de baterías y el inversor es el calibre # 10.

- **Dimensionamiento del conductor del inversor hacia la carga.**

- Longitud=15m.
- A corriente que circulara por el conductor es de 3 A.
- La caída de voltaje entre inversor y la carga es máximo 3% (apartado 6.4.5.1), como el banco de baterías es de 24V la caída de tensión es: $120*0.03=3,6V$.

$$S = 2 \frac{15*3}{56*3,6} = 0.45(mm^2) \quad \text{Resp.}$$

El resultado aproximado es de 0.5 mm^2 , según la tabla 7 de los conductores que muestran el calibre según su área, el conductor apropiado para la conexión entre el inversor y la carga es el

calibre # 18; pero para evitar un caída de 3.6 V es recomendable poner un cable calibre #12 ya que es un parámetro estándar dentro de las instalaciones eléctricas residenciales.

10.1.10. Cálculo de las protecciones del sistema de generación fotovoltaica.

Debemos proteger a los equipos que forman parte de la instalación, para eso debemos proteger los mismo contra sobrecorriente y sobretensiones teniendo en cuenta que sistema de generación es constante y autónomo.

- **Dimensionamiento de la protección para el módulo fotovoltaico.**

- **Protección del generador.-** Como hay 3 módulos conectados en paralelo y la corriente de corto circuito de cada módulo es de 8.79 A y según el apartado 8.4.7.1, para la sobreintensidades el interruptor magnetotérmico a instalarse es:

$$I_F = 1,5 * I_{SC} \quad \text{Ecuación 16 } \mathbf{10.2.10.}$$

$$I_F = 1,5 * 26.37A = 39,55 \text{ Amp.} \quad \text{Resp.}$$

Para un voltaje de circuito abierto del generador de:

$$I_F = 1,5 * V_{OC} \quad \text{Ecuación 17. } \mathbf{10.3.10}$$

$$I_F = 1,2 * 37,3V = 44,76 V \quad \text{Resp.}$$

- **Dimensionamiento de la protección para el banco de baterías.**

Como la corriente máxima que es la corriente del cortocircuito del generador fotovoltaico es de 26.37 A entonces la protección a utilizarse aplicando la ecuación 16 **10.2.10** sería, un fusible o interruptor termo magnético de la siguiente capacidad:

$$I_F = 1,5 * 26.37 A = 39,55 \text{ Amp.}$$

- **Dimensionamiento de la protección para el inversor y la carga.**

Según la tabla 5 la potencia de la carga es de 360W en condición de encendido de los y la potencia del inversor es de 500W.

Aplicando la ecuación 14 10.2.5 se obtiene lo siguiente:

$$I = \frac{500 W}{120 V} = 4.16 A$$

Y el resultado de la ecuación anterior lo reemplazamos en la Ecuación 16 **10.2.10** se obtiene.

$$I_F = 1,5 * 4,16A = 6,25 A$$

Se colocara un interruptor automático bipolar de 10 A.

10.2. Programación en logo del tiempo de encendido de los oxigenadores.

Según las pruebas realizadas con un sensor de oxígeno, se verificó el porcentaje de oxígeno que se mantiene a momento de estar apagado los aireadores eléctricos y la cantidad máxima que aporta con el encendido de los mismos para el sistema de oxigenación de agua, en bases a las pruebas realizas se optó en energizar los aireadores eléctricos durante de 30 minutos ya la vez que se mantenga apagado otros 30 minutos que a su vez el encendido y apagado se ira alternando cada 30 minutos.

Gracias al avance de la tecnología, uno de los equipos para lograr la temporización adecuado para el encendido y apagado de los aireadores eléctricos, es el PLC logo, ya que este dispositivo temporizara el ciclo de encendido de los mismos con fácil manejo y operación.

Uno de los parámetros para realizar la temporización necesaria es la programación, que se lo realizó en el software LOGO!soft, el mismo que nos permitió realizar dicho programa de una forma fácil a diferencia de hacerlo en el mismo equipo (manualmente). La programación utilizada es en escalera y se lo puede visualizar en la figura 23:

10.2.1. Parámetros de programación.

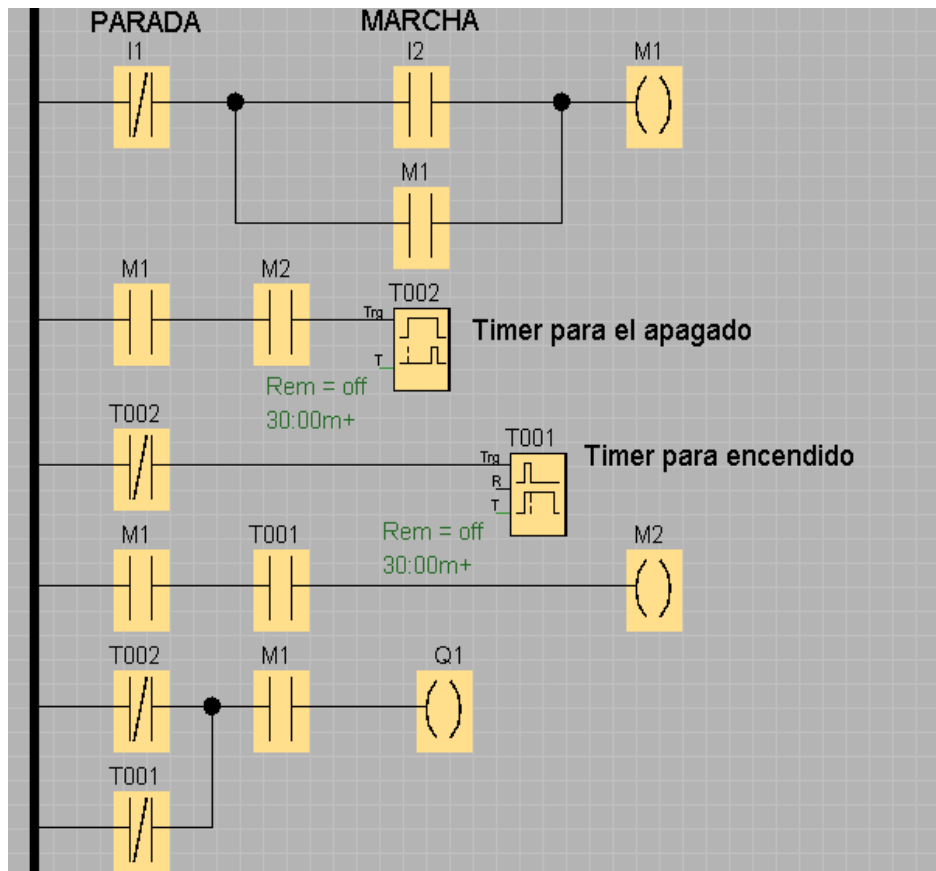
I1= Es un parámetro de la entrada, que es un pulsador de parada.

I2= Es un parámetro de la entrada, que es un pulsador de Marcha.

Q1= Es la salida de control, esta salida es al contactor y de ahí a los aireadores eléctricos en conjunto, debido a que la potencia de los mismos es baja, de 125W.

Según los parámetros solamente utilizaremos 2 entradas y una salida.

Figura 23: Temporización de encendido en programa LOGO! Soft



Realizado: Equipo investigador

10.2.2. Descripción del programa.

El sistema funciona de la siguiente manera: Un pulsador I2 que pondrá en marcha o encendido de una marca interna M1, un contacto abierto interno del logo M1 que podrá en marcha el temporizador de retardo a la conexión T002 el mismo que se encargará de mantener encendido los Q1 durante 30 minutos, luego de este lapso de tiempo gracias al contacto cerrando interno del PLC logo T002 se apaga el aireador Q1 y mediante un contacto acerrado interno del logo T002 enciende al temporizador de retardo a la desconexión T001 el mismo que se encarga de mantener apagado al aireador en un tiempo determinado de 30 minutos, después de esta lapso de tiempo gracias al contacto interno normalmente abierto del T001 del logo se enciende una marca M2 y con el contacto interno normalmente abierto del M2 se activa otra vez el temporizador T002 y por ende se enciende el aireador Q1 gracias al contacto cerrado interno del logo T002 y así se repite la secuencia del sistema de temporización de encendido de los aireadores eléctricos. El contacto normalmente cerrado I1 es el pulsador de paro ya se apara resetear el sistema de temporización o para apagar en caso de emergencia.

10.2.3. Implementación del sistema de generación eléctrica fotovoltaica.

Una vez calculado y seleccionado los elementos que conforman el sistema fotovoltaico se procede a la conexión e instalación correspondiente de los mismos los cuales se detallaran dichas conexiones en los planos eléctricos según el anexo A.

10.2.3.1. Instalación de paneles fotovoltaicos.

Según el cálculo realizado, son 3 los paneles fotovoltaicos cuyas características se describen en el anexo F el mismo que se instaló de la siguiente manera.

Con el ángulo calculado que es de 20° se colocó los soportes correspondientes en el techo de la casa en base al ángulo y se montó los paneles correspondientes. Luego de esto se realizó las conexiones en paralelo de los módulos fotovoltaicos, la misma que en conjunto suministran 750 W a 24V dicha conexión se lo realizó con un cable #6, protegido con un interruptor termomagnético de 32A.

10.2.3.2. Instalación del regulador de carga.

Se instaló el regulador de 45 A marca triStar MPPT (anexo H) correspondiente para 24V de generación al mismo que se conecta a la entrada de sus bornes los conductores provenientes de los módulos solares, y a la salida los conductores de las baterías protegido con un interruptor termomagnético de 60 A.

10.2.3.3. Instalación de las baterías.

Hemos determinado 4 baterías de 200Ah a 6V (anexo G) para el sistema de acumulación las cuales fueron conectadas en serie con el fin de obtener 24V protegidas con un interruptor termomagnético de 60A.

10.2.3.4. Instalación del inversor.

Se instaló un inversor de onda senoidal pura el mismo que se conectó a las baterías y a la salida al circuito de distribución interna (carga). Con un interruptor termomagnético de 60 A ya que la batería según las características técnica puede enviar hasta 60 A.

10.2.3.5. Instalación de la carga y circuito de control y activación.

Se instaló un Logo 230RC a 110V según el **anexo A**, conectando la alimentación correspondiente al inversor y también las entradas a utilizadas. Luego de esto se cargó la programación correspondiente (ladder) de temporización para el encendido y apagado de los

aireadores eléctricos, conectando la salida del Logo (Q1) al contactor y de este al interruptor termomagnético bipolar de 10 A y finalmente se conectó a los aireadores eléctricos como tal.

10.2.3.6. Puesta a tierra.

Por último, se colocó una varilla de copperweld la misma que fue enterrada a 1,50m de longitud. Y mediante un conector se realizó la respectiva conexión desde la tierra del regulador de carga y del inversor hasta la varilla de tierra colocada.

Para su respectiva operación y mantenimiento del sistema fotovoltaico revisar el anexo I.

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

11.1. Operacionalización de las variables.

Tabla 8: Variable independiente: La implementación de un sistema fotovoltaico.

Definición	Indicador	Ítems	Instrumentos
Se realiza estudios y mediciones de la radiación solar del sector y en base la carga eléctrica a alimentar se dimensionan la potencia del generador fotovoltaico y sus elementos correspondientes	Radiación Potencia eléctrica Potencia y energía eléctrica	$W \cdot h / m^2$ W W; Wh o Ah	Medidor de radiación solar. Cálculo Cálculo y Vatímetro

Realizado: Equipo investigador

Tabla 9: Variable dependiente: Energización del sistema de oxigenación de agua.

Definición	Indicador	Ítems	Instrumentos
	Bombas de agua	m^3 / s	Placa de características

<p>El sistema de oxigenación se conforma de unos aireadores eléctricos que tienen la función de aspirar el aire presente en la atmósfera e introducirlos en el estanque de agua con el fin de oxigenarlos y mantener vivo a las truchas.</p>	<p>Partículas de oxígeno</p> <p>Volumen de agua</p>	<p>Ppm (partes por millón)</p> <p>m³</p>	<p>Sensor de oxígeno.</p> <p>Cálculo mediante ecuaciones.</p>
--	---	---	---

Realizado: Equipo investigador

11.2. Comprobación de la hipótesis.

Una vez realizado la implementación del sistema fotovoltaico correspondiente, dicha instalación está especificado en los planos eléctricos según el anexo A, se realiza las mediciones correspondientes, la misma que se detalla en la tabla 10.

Tabla 10: Mediciones realizadas con la carga conectada

Mediciones realizas	Corriente (I)	Voltaje (V)	Potencia
Sistema fotovoltaico	10.82	23	260 W

Realizado: Equipo investigador

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

En la Figura 24 se muestra las mediciones de corriente y la tensión de operación del sistema fotovoltaico.

Figura 24: Mediciones de corriente y voltaje del sistema.



Realizado: Equipo investigador

Con las pruebas realizadas se comprobó que el sistema fotovoltaico genera la energía eléctrica necesaria obteniendo un resultado de 260 W y que alimenta correctamente a los 5 aireadores eléctricos ya que los paneles entregan una corriente de 39 A en condiciones de radiación máxima de las cuales 10.82A lo consumen los aireadores eléctricos y los 28.8A están destinados a la carga del sistema de acumulación (baterías) la cual se cargará completamente en 7 horas. De esta forma se garantiza la energía eléctrica autónoma para el sistema de oxigenación de la Finca San Nicolás; también se comprobó con la ayuda de un sensor de oxígeno, que el sistema de oxigenación en funcionamiento mantiene el oxígeno hasta el rango de 14,06 ppm (partes por millón) a una temperatura de 13,3 °C, tal como se muestra en la Figura 25.

Figura 25: Medición del oxígeno con el sensor.



Realizado: Equipo investigador

En la siguiente tabla se muestra las características de la calidad del agua para el cultivo de las truchas.

Tabla 11: Calidad del agua

Parámetro	Rango	Óptimo
Oxígeno (ppm)	14,96	8,5
Temperatura °C	13,3	15
pH	6,5 a 8,5	7

Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

Comparación de los datos de la tabla 11 con los datos investigados el mismo que se visualiza en la tabla 12:

Tabla 12: Valores obtenidos para el sistema de oxigenación

Parámetro	Valores obtenidos
Oxígeno (ppm)	14,96
Temperatura °C	13,3

Realizado: Equipo investigador

12. IMPACTOS DEL PROYECTO.

12.1. Técnico.

Nuestro proyecto es viable técnicamente, ya que debido a la insolación medida se pudo dimensionar los módulos fotovoltaicos, a la vez tanto los módulos como los elementos que conforman el sistema fotovoltaico son de fácil acceso en su compra, y para realizar su instalación no hubo muchas complicaciones. Los módulos fotovoltaicos tienen una vida útil de 25 años por lo que la instalación está proyectada para esos años de vida útil, salvo a que haya algún imperfecto de fábrica tanto de los módulos como de los elementos que lo conforman.

12.2. Social.

El proyecto realizado está encaminado a la ayuda en la matriz energética y al ahorro en el consumo energético, en donde se beneficia de todo esto, el dueño de la finca San Nicolás, la cual utiliza la energía limpia para la contribución en uno de los medios de producción como es la industria alimenticia. Además de que los paneles fotovoltaicos generan energía, también les

dan un aspecto turístico a la finca debido a la estética que le da al ver que los paneles fotovoltaicos están instalados sobre la terraza de la casa.

12.3. Ambiental.

La implementación de los paneles fotovoltaicos para la energización de agua en la crianza y reproducción de truchas es amigable con el medio ambiente, debido a que no produce ruido al momento de la generación, utiliza directamente la energía del sol para la generación de energía eléctrica por lo que no utiliza la combustión ni emana dióxido de carbono al medio ambiente, no produce ninguna contaminación, las baterías son herméticas, por lo que nos emanan un olor del ácido, los paneles fotovoltaicos son de fácil montaje ya que se lo instalo en el techo de la casa con los soportes necesarios.

12.4. Económico.

En el impacto económico nuestro proyecto de la implantación fotovoltaica es viable debido a que la vida útil de los paneles fotovoltaicos es de 25 años aproximadamente y con un buen mantenimiento se podría apreciar hasta los 30 años. En este tiempo de vida útil el usuario dispondrá de energía eléctrica sin necesidad de pagar un valor mensual por la red comercial, ya que solo invertirá en el costo de la implementación fotovoltaica.

En la tabla 13, 14 y 15 se puede visualizar el costo los diferentes sistemas para energiza el sistema de oxigenación con juntamente con el costo, dichos resultados se obtuvo el mejor sistema de generación viable para nuestro proyecto, el cuál es la generación de energía eléctrica mediante un sistema fotovoltaico una vez analizado económicamente.

Tabla 13: Costo para la implementación de generación solar fotovoltaica.

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Armario de Conexiones	1	c/u	50	50
2	Cable # 6	26	m	1,69	43,94
3	Cable # 12	26	m	0,6	15,6
4	Baterías solares	4	c/u	290	1160
5	Paneles fotovoltaicos	3	c/u	270	810
6	Regulador de carga	1	c/u	100	100
7	Inversor de corriente	1	c/u	300	300
Total					2479,54

Realizado: Equipo investigador

Tabla 14: Costo para la implementación de energía eólica

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Armario de Conexiones	1	c/u	50	50
2	Cable # 6	26	m	1,69	43,94
3	Cable # 12	26	m	0,6	15,6
4	Baterías solares	2	c/u	290	580
5	aerogenerador	3	c/u	270	1550
6	Regulador de carga	1	c/u	100	100
7	Inversor de corriente	1	c/u	300	300
Total					2639,54

Realizado: Equipo investigador

Tabla 15: Costo de la energía eléctrica conectada a la carga.

CONECTADA A LA RED COMERCIAL				
CONSUMO ELÉCTRICO (kWH)	PRECIO POR DEL CONSUMO en \$	COSTO DIARIO	COSTO MENSUAL	COSTO ANUAL
4,212	0,12	0,50544	15,1632	181,9584
			AÑOS	25
PRECIO TOTAL				4548,96

Realizado: Equipo investigador

12.4.1. Cálculo del VPN y el TIR para el proyecto fotovoltaico.

El VPN (valor presente neto), es el método utilizado en ingeniería económica para la evaluación de proyectos con el fin de determinar si es viable o no el proyecto.

Si el $VPN > 0$ el proyecto es bueno, en dinero de hoy, los ingresos son mayores que los egresos, si el $VPN < 0$ significa que en dinero los ingresos son menores que los egresos y por lo tanto el proyecto no debe realizarse, y si el $VPN = 0$ los ingresos serán iguales a los egresos y financieramente le será indiferente al inversionista. (Guillermo Baca Currea, 2008, pág. 197)

El TIR (tasa interna de retorno), este método financiero nos ayuda a determinar la rentabilidad de nuestro proyecto. Financieramente la TIR es la tasa a la cual son descontados los flujos de caja de forma tal que los ingresos y los egresos sean iguales; desde un punto de vista matemático la TIR es la tasa a la cual VPN se hace cero. (Guillermo Baca Currea, 2008, pág. 237)

Con la información especificada se determinó el VPN y la TIR, el mismo que se lo realizó en la hoja de cálculo de Excel, cuyos resultados se detallan en la tabla 16, en la cual se especifica que la implementación del sistema de generación eléctrica mediante paneles fotovoltaicos tiene una rentabilidad del 16% ya que en un periodo de 5 años se recuperara el dinero invertido en dicha implementación y, en 25 años, que es la vida útil del sistema fotovoltaico el valor del VPN es mayor por lo que el proyecto de implementar paneles fotovoltaicos para la energización del sistema oxigenación es viable económicamente.

Tabla 16: Cálculo del VAN y del TIR

CÁLCULO DEL VAN Y EL TIR		
FLUJO DE CAJA		
AÑO	VALOR	RENTABILIDAD
0	-\$ 2.579,54	-\$ 2.579,54
1	\$ 787,50	\$ 787,50
2	\$ 787,50	\$ 787,50
3	\$ 787,50	\$ 787,50
4	\$ 787,50	\$ 787,50
5	\$ 787,50	\$ 787,50
6	\$ 787,50	\$ 405,70
7	\$ 787,50	16%
8	\$ 787,50	
9	\$ 787,50	
10	-\$ 212,50	
11	\$ 787,50	
12	\$ 787,50	
13	\$ 787,50	
14	\$ 787,50	
15	\$ 787,50	
16	\$ 787,50	
17	\$ 787,50	
18	\$ 787,50	
19	\$ 787,50	
20	-\$ 212,50	
21	\$ 787,50	
22	\$ 787,50	
23	\$ 787,50	
24	\$ 787,50	
25	\$ 787,50	
VAN	\$ 4.034,44	
i	10%	
TIR	29,6%	

Realizado: Equipo investigador

13. PRESUPUESTO PARA EL PROYECTO.

Tabla 17: Presupuesto y costo de la instalación.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
MATERIALES Y HERRAMIENTAS					
1	Internet	75	Horas		0
2	Impresiones	500	c/u	0,07	35
3	Copias	40	c/u	0,02	0,8
4	destornilladores	2	c/u	2,5	5
5	Pinza	2	c/u	3	6
6	Cable # 6	25	m	1,69	42,25
7	Cable # 12	20	m	0,6	12
8	Armario de Conexiones	1	c/u	50	50
9	Llave de corona # 11	1	c/u	1	1
10	Anillados	4	c/u	1,5	6
EQUIPOS, ACCESORIOS Y TRANSPORTE					
1	Baterías solares	4	c/u	290	1160
2	Paneles fotovoltaicos	3	c/u	270	810
3	Regulador de carga	1	c/u	100	100
4	Inversor de corriente	1	c/u	300	300
5	Pinza amperimétrica	1	c/u	15	15
6	Transporte	40	Días	0,7	28
				Total	2571,05

Realizado: Equipo investigador

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Con las mediciones realizadas y comparados con los estudios obtenidos del portal meteorológico de la NASA se determinó una radiación solar incidente de $4,01 \text{ kWh/m}^2$ dimensionando así un generador fotovoltaico de 750W que a su vez son 3 paneles de 250W cada uno.
- La potencia máxima a alimentar es de 150W, datos obtenidos de la placa de característica de los aireadores, obteniendo así un inversor de 500W, un banco de baterías de 24V a 200Ah con una vida útil de 10 años y un regulador de carga de 45 A, que componen el sistema fotovoltaico.

- Una vez obtenido la radiación más desfavorable, se colocó los paneles según el ángulo y la orientación requerida para un óptimo funcionamiento, el ángulo obtenido es de 20° orientados hacia el Noreste.
- Gracias a las mediciones realizadas y estudios obtenidos se determinó la radiación promedio en condiciones más desfavorables que es en el mes de enero.
- Con la implementación de los paneles solares se logró generar la energía eléctrica necesaria como es de 260W, para energizar los aireadores eléctricos cumpliendo así con la potencia requerida para el sistema de oxigenación que es de 125W.
- Se instaló un relé 230 RC 110V, el cual mediante un programa se temporiza que los aireadores eléctricos se enciendan durante media hora y se apaguen durante el mismo tiempo.

RECOMENDACIONES

- La capacidad del sistema es de 750W por lo que sobrepasa la potencia de 125 W que es la carga instalada, si el dueño de la finca decidiera aumentar la productividad de las truchas en un futuro, también se aumentaría el número de aireadores eléctricos, para lo cual sería necesario aumentar el número de baterías y la capacidad del inversor se fuese necesario.
- Es recomendable realizar un sistema de transferencia automática, entre la red comercial y el sistema fotovoltaicos, debido a que se necesite aislar el sistema fotovoltaico por motivos de mantenimiento.
- Es recomendable realizar un análisis de un sistema de seguidor de radiación solar en el sector para comprobar si aumenta la eficiencia de los paneles fotovoltaicos y así determinar si es factible o no instalar dicho seguidor solar.

15. BIBLIOGRAFÍA

Trabajos citados

(26 de Octubre de 2010). Obtenido de Google Maps: <http://googlemaps-pp.blogspot.com/2010/10/para-que-nos-sirve-google-maps.html>

Agustín Castejón Oliva y Germán Santamaria Herranz. (2011). *Instalaciones Solares Fotovoltaicas*. Madrid: Editex.

Cuartero, F. (05 de Junio de 2012). Recuperado el 03 de Julio de 2016, de El Sistema de Posicionamiento Global. GPS:

<http://www.hablandodeciencia.com/articulos/2012/06/05/el-sistema-de-posicionamiento-global-gps/>

Guillermo Baca Currea. (2008). *INGENIERÍA ECONÓMICA* . Bogota : Fondo Educativo Panamericano.

José Roldán Vilorio. (2012). *ENERGÍAS RENOVABLES Lo que hay que saber*. España: Paraninfo, S.A.

M. Sc. Ing. Carlos Orbegozo y Ing. Roberto Arivilca. (13 de 06 de 2010). *Manual_ES_Fotovoltaica Energía Solar Fotovoltaica*. Recuperado el 15 de 03 de 2016, de GREENENERGY: http://energiaverde.pe/wp-content/uploads/2010/06/Manual_ES_Fotovoltaica.pdf

Miguel Moro Vallina. (2010). *Instalaciones Solares Fotovoltaicas*. Madrid: Paraninfo, S.A.

Miguel Pareja Aparicio. (2010). *Energía solar fotovoltaica-Cálculo de una instalación aislada*. marcombo.

NASA, Centro de Investigación Langley de la. (1991). Obtenido de Atmospheric Science Data Center: <https://eosweb.larc.nasa.gov/>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (s.f.). *MANUAL PRÁCTICO PARA EL CULTIVO DE LA TRUCHA ARCOÍRIS*.

Tomas Díaz Corcobado y Guadalupe Carmona Rubio. (2010). *INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS*. Malaga, España: McGraw-Hill.

twenergy. (23 de Marzo de 2012). Obtenido de Energias renovables: <http://twenergy.com/a/que-son-las-energias-renovables-516>

Consultado

Alcor, E. (2009). *Instalaciones Solares Fotovoltaicas*. S.A PROGENSEA .

Lorenzo, J. A. (20 de 09 de 2011). *Sunfields Boletín Solar Fotovoltaica Autónoma*. Recuperado el 16 de 06 de 2016, de SunFields: http://www.sfe-solar.com/wp-content/uploads/2011/08/Sunfields_Manual-Calculo_Fotovoltaica_Autonomas.pdf

SIEMENS;. (12 de Mayo de 2003). *LOGO!* Recuperado el 03 de Julio de 2016, de SIEMENS: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/461/16527461/att_82567/v1/Logo_s.pdf

ANEXOS

ANEXO B	TABLAS DE LAS MEDICIONES DE RADIACIÓN SOLAR	Mes de enero
---------	---	--------------

Mes de Enero	IRRADIACIÓN Wh/m ² /día	IRRADIACIÓN Promedio
1	4005	4012,05
2	3982,5	
3	3996	
4	4491	
5	4095	
6	4495,5	
7	3060	
8	3465	
9	4117,5	
10	4477,5	
11	3960	
12	4050	
13	4455	
14	3600	
15	4275	
16	4500	
17	4365	
18	4045,5	
19	4185	
20	4320	
21	4162,5	
22	4486,5	
24	4252,5	
25	4450,5	
26	4230	
27	2925	
28	3420	
29	2250	
30	4410	
31	3834	

Realizado: Equipo Investigador

ANEXO B	TABLAS DE LAS MEDICIONES DE RADIACIÓN SOLAR	Mes de Febrero
---------	---	----------------

MES de Febrero	IRRADIACIÓN Wh/m ²	IRRADIACIÓN Promedio
1	4400	4145,714286
2	4000	
3	4200	
4	4800	
5	3800	
6	3200	
7	3600	
8	4200	
9	4400	
10	4080	
11	4000	
12	4800	
13	5200	
14	5400	
15	4000	
16	3920	
17	3120	
18	2800	
19	3600	
20	4000	
21	5200	
22	4000	
24	4800	
25	3800	
26	4000	
27	4800	
28	4000	
29	3960	

Realizado: Equipo Investigador

ANEXO B	TABLAS DE LAS MEDICIONES DE RADIACIÓN SOLAR	Mes de Marzo
---------	---	--------------

MES de Marzo	IRRADIACIÓN Wh/m ²	IRRADIACIÓN Promedio
1	4050	4315,5
2	4320	
3	4500	
4	2925	
5	2925	
6	3510	
7	4500	
8	4455	
9	5400	
10	4500	
11	4500	
12	4410	
13	4500	
14	4725	
15	4275	
16	3375	
17	4050	
18	4500	
19	4590	
20	4545	
21	4950	
22	4410	
24	4410	
25	4500	
26	4590	
27	4500	
28	4455	
29	4320	
30	4275	
31	4500	

Realizado: Equipo Investigador

ANEXO B	TABLAS DE LAS MEDICIONES DE RADIACIÓN SOLAR	Mes de Abril
---------	---	--------------

MES de Abril	IRRADIACIÓN Wh/m ²	IRRADIACIÓN Promedio
1	4005	4228,448276
2	360	
3	4410	
4	4725	
5	4275	
6	4950	
7	5400	
8	4500	
9	4410	
10	4410	
11	4500	
12	5400	
13	4500	
14	4005	
15	3420	
16	5850	
17	5400	
18	4275	
19	4050	
20	4500	
21	4275	
22	4500	
24	4950	
25	4230	
26	4230	
27	3555	
28	2520	
29	2520	
30	4500	

Realizado: Equipo Investigador

ANEXO B	TABLAS DE LAS MEDICIONES DE RADIACIÓN SOLAR	Mes de Mayo
---------	---	-------------

MES de Mayo	IRRADIACIÓN Wh/m ²	IRRADIACIÓN Promedio
1	4500	4268,7
2	4410	
3	3150	
4	4500	
5	4410	
6	3640,5	
7	4005	
8	4005	
9	4500	
10	4950	
11	4275	
12	4500	
13	5400	
14	4950	
15	5175	
16	4410	
17	4500	
18	4050	
19	4275	
20	4455	
21	4365	
22	4365	
24	4005	
25	4275	
26	4495,5	
27	2520	
28	2025	
29	5400	
30	4500	
31	4050	

Realizado: Equipo Investigador

ANEXO B	TABLAS DE LAS MEDICIONES DE RADIACIÓN SOLAR	Mes de Junio
---------	---	--------------

MES de Junio	IRRADIACIÓN Wh/m ²	IRRADIACIÓN Promedio
1	4500	4538,793103
2	4950	
3	5400	
4	3870	
5	3375	
6	4725	
7	4500	
8	4500	
9	4950	
10	4275	
11	4275	
12	4500	
13	5400	
14	4500	
15	6075	
16	4275	
17	4500	
18	5400	
19	4500	
20	5400	
21	4725	
22	4860	
24	4500	
25	4725	
26	4410	
27	3420	
28	3420	
29	3420	
30	4275	

Realizado: Equipo Investigador

ANEXO C

INSTALACIÓN DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS



ANEXO C

INSTALACIÓN DE LOS PANELES
FOTOVOLTAICOS Y LA CAJA DE
CONEXIONES



ANEXO D

PANELES INSTALADOS E INSTALCIÓN
DEL REGULADOR DE CARGA



ANEXO E

CABLEADO Y CONEXIÓN DE LAS BATERÍAS



ANEXO F

CARACTERÍSTICAS DE
LOS PANELES
FOTOVOLTAICOS**PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO SUNLINK SP220-20P 250W, 24V**

CÉLULAS

TECNOLOGIA	SILICIO POLICRISTALINO
NÚMERO DE CÉLULAS	60
DIMENSIONES	156 X 156 mm

CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES

Dimensiones L x W x H	1640 x 992 x 40 mm
Peso	19.0 KG

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Potencia Máxima Pmax	250 W
Tensión de circuito abierto Voc	37.30 V
Tensión punto máx. potencia Vmpp	30.50 V
Intensidad de cortocircuito Isc	8.79 A
Intensidad de punto máx. Potencia Impp	8.20 A

* En condiciones estándar (STC) Irradiancia 1000W/m², AM 1.5, temperatura de la célula 25°C



RA6-200S (6V200Ah)

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

Specification

Cells Per Unit	3
Voltage Per Unit	6
Capacity	200Ah@10hr-rate to 1.80V per cell @25°C
Weight	Approx. 30.0 Kg (Tolerance ±2%)
Max. Discharge Current	2000A (5 sec)
Internal Resistance	Approx. 1.8 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	6.8 to 6.9 VDC/unit Average at 25°C
Recommended Maximum Charging Current Limit	60 A
Equalization and Cycle Service	7.3 to 7.4 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 F12
Container Material	A.B.S. UL94-HB, UL94-V0 Optional.

TRISTAR MPPT™ CONTROLADOR DE PANELES SOLARES



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Parámetros eléctricos

	TS-MPPT-45	TS-MPPT-60
• Corriente máxima de batería	45 amp.	60 amp.
• Entrada nominal máxima del panel	12 Voltios	600 Watts
	24 Voltios	1200 Watts
	48 Voltios	2400 Watts
	800 Watts	3200 Watts

TS-MPPT-45 y TS-MPPT-60

• Rendimiento pico	99%
• Voltaje nominal del sistema	12, 24, 36 o 48 VCC
• Voltaje máximo del panel a circuito abierto	150 VCC
• Rango de voltaje de servicio de batería	8-72 VCC
• Consumo propio máximo	4 Watts
• Protección contra picos transitorios	4500 Watts/conector

Protecciones electrónicas

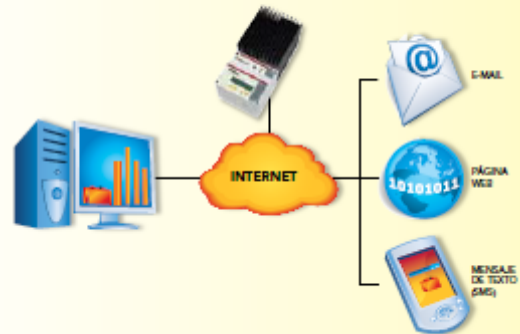
- Panel solar: Sobrecarga, cortocircuito, alto voltaje
- Batería: Alto voltaje
- Alta temperatura
- Descargas atmosféricas y picos transitorios
- Corriente inversa (de noche)

Carga de batería

- Algoritmo de carga
 - Etapas de carga
 - Compensación de temperatura
- | | |
|-------------------|--|
| Coeficiente | -5 mV/°C/celda (25° de ref.) |
| Rango | -30 °C a +80 °C |
| Selector de carga | Absorción, flotante, equalización, HVD |
- Nota: Incluye sensor remoto de temperatura.

Condiciones ambientales

- Temperatura ambiente -40 °C a +45 °C
- Temperatura de almacenamiento -55 °C a +100 °C
- Humedad 100%, sin condensación
- Protección climática Encapsulado de epoxi
Revestimiento normalizado
Terminales para atmósfera marina



Conectores de comunicación

	TS-MPPT-45	TS-MPPT-60
• MeterBus	Sí	Sí
• RS-232	Sí	Sí
• EIA-485	No	Sí
• Ethernet	No	Sí

Opciones

- Instrumento 2 TriStar (TS-M-2)
- Instrumento remoto 2 TriStar (TS-RM-2)
- Centralizador de instrumentos (HUB-1)

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Objetivo.

Brindar la información necesaria al usuario para su utilización, manejo y operación de la implementación del sistema fotovoltaico, utilizado para energizar aireadores eléctricos para la crianza y reproducción de truchas; mediante normas, parámetros, lista de componentes y condiciones de funcionamiento.

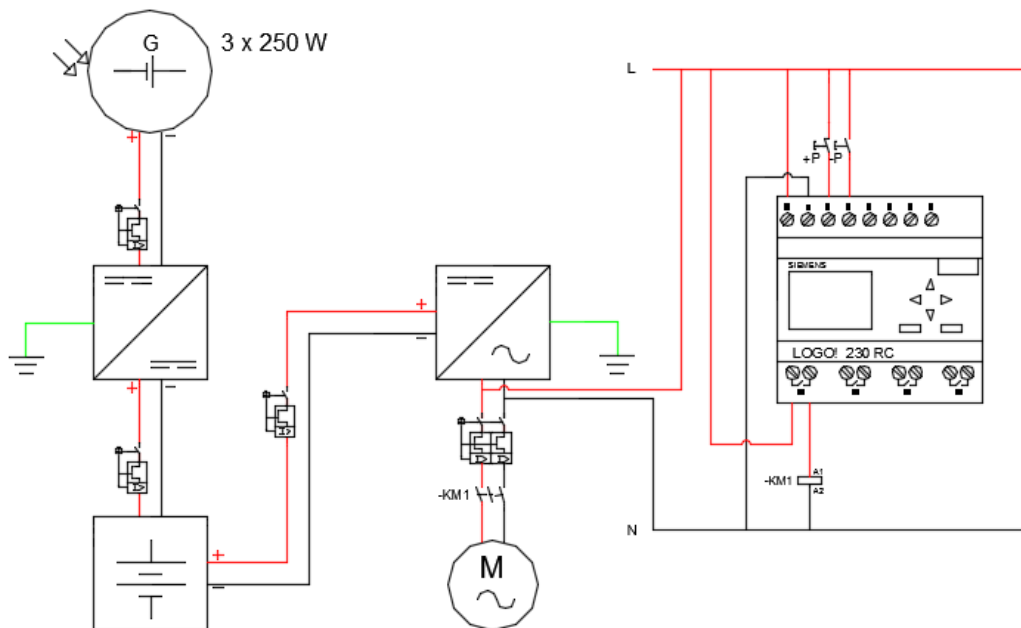
Información importante de seguridad

La mayoría de los accidentes relacionados con la operación y el mantenimiento de este sistema, se deben a que no se observan las precauciones y reglas básicas de seguridad. Con frecuencia se puede evitar un accidente, si se reconoce una situación que puede ser peligrosa antes de que ocurra un accidente

No opere este sistema ni haga el mantenimiento del mismo si no ha leído y entendido toda la información .

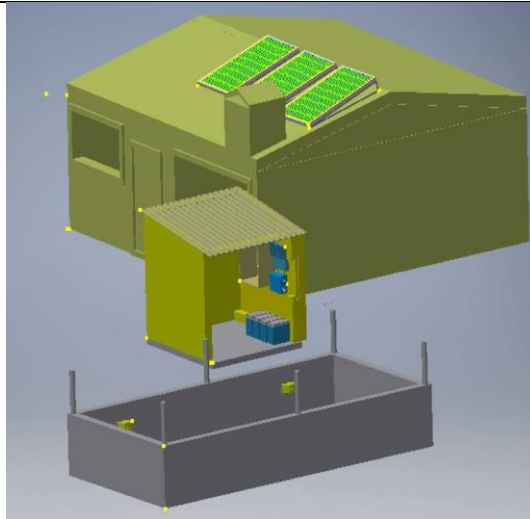
Debe identificarse muy bien las señalizaciones y símbolos de seguridad o palabra informativas como "PELIGRO", "ADVERTENCIA", "PRECAUCION", Etc.

¿Cómo funciona el sistema?



	Generador Fotovoltaico		Interruptor magnetotérmico		Acumulador		Positivo y Fase		+P	Pulsador NO (Normalmente cerrado)
	Regulador de carga		Interruptor magnetotérmico Bipolar		Motor Monofásico		Negativo y Neutro		-P	Pulsador NO (Normalmente abierto)
	Inversor DC/AC		-KM1 Contactor		Tierra				-KM1	Bobina del Contactor

Panel fotovoltaico.



Los paneles fotovoltaicos son los que se encargan de recoger la energía del sol y transformarla en energía eléctrica.

Mantenimiento:

- Limpieza continua del panel. (esta es una tarea que deben realizar los usuarios por lo menos una vez al mes). Y una limpieza profunda, así como una revisión total del panel y sus conexiones (tres veces al año como responsabilidad del operador).
- Inspección visual de posibles daños o roturas del panel.
- Revisión de las conexiones eléctricas (empalmes) y del cableado

Limpieza continua del panel.

La suciedad acumulada sobre la cubierta transparente del panel disminuye la capacidad de carga de las baterías, el problema puede llegar a ser serio en caso de residuos de aves, insectos, o animales.

La tarea del sistema no solo debe hacerse solo por el operador sino también por el beneficiario del sistema, **lavándolo con agua y un paño limpio o artículos de limpieza suavemente sin rayar el panel.**

Inspección visual de posibles daños o roturas del panel.

La inspección visual al panel se debe hacer para detectar posibles fallos:

- Posibles roturas de vidrio.
- Revisar que no exista agua dentro del panel.
- Revisar que las tuercas, pernos y estructura del panel no estén oxidados ni sueltos.

Revisión de las conexiones eléctricas (empalmes) y del cableado

Cada seis meses realizar un mantenimiento de la siguiente forma:

- Comprobar que los terminales de los cables y de los paneles estén bien apretados y en buen estado.
- Comprobar que la caja de terminales esté fija.

En caso de observarse fallos se procederá a la sustitución de los elementos afectados.

¿Cómo saber si hay problema en el panel?

Para saber si el panel está operando correctamente utilizaremos un multímetro, midiendo el voltaje para que sea el voltaje que se estimó para su utilización, (24 V)

Precauciones.

- En caso de cambio de los paneles colocar al ángulo de 20 grados en orientación a la captación solar.
- El panel debe ser instalado de manera que el aire circule a su alrededor. De manera que la temperatura disminuya del panel y mejore su rendimiento.
- Para la conexión debe respetar la polaridad planteada siendo rojo para positivo y azul para el negativo.

- Siempre evitar los efectos sombra sobre la superficie de los paneles ya que cualquier cosa puede provocar corrientes inversas que provocan el daño del sistema por sobre voltajes por lo tanto se debería colocar diodos unidireccionales.

Mantenimiento y operación del regulador de carga.

Mantenimiento del regulador de carga definiciones generales.

- Mantener el controlador de carga colocado en posición correcta, lugar limpio, seco y protegido de los rayos solares.
- Chequear el funcionamiento correcto del controlador de carga. Si se detectan ruidos anormales, ver las condiciones de fábrica del equipo y si está trabajando en las condiciones dadas por el fabricante.
- Verificar que las conexiones estén correctas y bien apretadas.

Regulador triStar mppt.

Este tipo de regulador es usado en el sistema por lo que tiene los siguientes requerimientos principales de instalación.



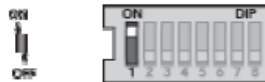
Capacidad triStar-mppt-45

- 45 A máximo de corriente de batería en servicio continuo
- 12, 24, 36, y 48 VCC.
- 150 VCC máximo de voltaje de entrada.

Ajustes del DIP para el control de carga.

Interruptor DIP número 1

Control	Interruptor 1
Carga de la batería	Off
La carga	On



Interruptor DIP #1

Interruptor DIP número 2,3 - voltaje del sistema.

Voltaje	Interruptor 2	Interruptor 3
Auto	Off	Off
12	Off	On
24	On	Off
48	On	On



Interruptores DIP numero 4,5,6 - algoritmos del control de carga.

LVD	Interruptor 4	Interruptor 5	Interruptor 6
11.1	Off	Off	Off
11.3	Off	Off	On
11.5	Off	On	Off
11.7	Off	On	On
11.9	On	Off	Off
12.1	On	Off	On
12.3	On	On	Off
Usuario	On	On	On

Interruptor DIP numero 7 – debe star en OFF

Interruptor 7
Off



Interruptor DIP numero 8 – debe star en OFF

Interruptor 8
Off



**Mantenimiento y operación
acumulación.**

de las baterías de



Las baterías son los elementos encargados de almacenar la energía que recoge durante el día para poder usarla cuando se necesite (día y noche).

Es el elemento de la instalación que requiere una mayor atención; de su uso correcto y buen mantenimiento dependerá en gran medida su duración. Las operaciones usuales que deben realizarse son las siguientes:

- Verificar que el local de ubicación de las baterías de acumulación está bien ventilado y que las baterías se encuentren protegidas de los rayos solares. Se recomienda mantener el lugar donde se coloquen las baterías entre 15 y 25 grados. El frío ralentiza las operaciones tanto de carga como de descarga. El calor por su parte, aumenta la evaporación del agua del electrolito, y promueve la oxidación de las placas positivas.
- Siempre que sea posible, se ha de fijar las baterías, evitando su movimiento, asimismo, se han de mantener los terminales de conexión limpios, apretados (no en exceso) y

seca la carcasa de la batería. Utilizar capuchones para cubrir los bornes y no estén expuestos fácilmente.

Riesgos de encendido.

Las baterías de acumulación presentan riesgos de explosión y por consiguiente de incendio, debido a que generan gas hidrógeno. Se recomienda lo siguiente:

- Proporcionar una buena ventilación en el lugar de ubicación de la batería de acumulación para evitar acumulación de gases explosivos.
- No fumar en el área donde está ubicada la batería de acumulación ni prender chispas para observar el nivel del electrolito.
- Mantener el área de la batería de acumulación fuera del alcance de llamas, chispas y cualquier otra fuente que pueda provocar un incendio.
- No provocar chispas poniendo en cortocircuito la batería para comprobar su estado de carga, pues también puede provocar explosión.
- El contacto accidental de los bornes con una herramienta metálica puede provocar una chispa que haría explotar el hidrógeno que desprenden las baterías durante el proceso de carga.

¿Cómo ver si hay problemas en las baterías?

Se puede hacer el uso de una pinza amperimétrica si hay problemas en la batería, comprobar el voltaje para saber si hay sobrecarga y descarga, y también medir la corriente en caliente.

Mantenimiento y operación del inversor.



- Verificar que el área de ubicación del inversor se mantiene limpia, seca y bien ventilada.
- Verificar que el inversor está protegido de los rayos solares.
- Limpiar las rejillas protectoras de entradas y salidas de aire.
- Limpiar el disipador de calor del componente de potencia de forma anual.
- Comprobar cubiertas y funcionamiento de bloqueos anualmente.
- Atender a los intervalos de sustitución preventiva de componentes (ventiladores, calefacción).
- Verificar el envejecimiento de los descargadores de sobretensión y, dado el caso, cambiarlos.
- Revisar el funcionamiento de los dispositivos de protección

- Revisar las tensiones de mando y auxiliares de 230 V y 24 V
- Comprobar si el aislamiento o los bornes presenta descoloración o alteraciones de otro tipo. En caso necesario cambiar las conexiones deterioradas o los elementos de conexión oxidados.

Matenimento y control de los braekers.



se ha utilizado protecciones com breaker o interruptores termomagneticos para proteger el sistema en caso de fallos por lo que hemos utilizado para:

- El panel.
- Las baterias.
- El controlador de carga.
- El inversor.
- Automata programable (LOGO)
- Un contactor bipolar para la carga aireadores electricos.

Montaje.

- Utilizar una regleta para la fijacion de los breakers al amario de conexiones.
- Siempre conectar los breackers, en vacio o el sistema apagado.
- Fijar bien sugetos los cables de conexión de cada breaker para que no existan fallos ni cortocircuitos.

Utilizacion.

- Una ves conectados los breakers se debe medir el voltaje que debe siministrarar el sistema (24, 230 V).
- Debe dimensionar correcatmente los breakers para cada equipo que va utilizar de acuerdo a la corriente.
- En caso de fallo debera aislar y apagar el sistema y cambiar la proteccion o el breaker dañado y colocar una nueva proteccion.

Matenimiento y funcionamiento de la carga.

Oxigenadores electricos.

Intalacion.

- Debes conectar al voltaje de 110 V o salida del inversor.

- Debes colgarlos en el agua en vacio y sin energia para no acasionar daños de su sistema interno.
- Se debe utilizar una proteccion termica bipolar o breaker por cualquier falla en el inversor.

Circuito de mando o PLC (LOGO).



Precauciones.

El equipo sólo se podrá utilizar para las aplicaciones previstas en el catálogo y en la descripción técnica, y sólo en combinación con los equipos y componentes ajenos recomendados u homologados por Siemens. El funcionamiento correcto y seguro del producto presupone un transporte, un almacenamiento, una instalación, un montaje y un manejo y mantenimiento correctos.

Montaje del equipo.

- Para su instalacion se nescita de su fuente de alimentacion 110V.
- Nesecitas energisar su bobinas para el sistema de control y activacion de la carga.
- Interupotor termomagnetico para la prteccion del equipo (LOGO):
- Una programacion interna de lenguaje de programacion ladder interna del PLC (LOGO).
- Colocar el LOGO sobre una regleta paras su fijacion al amario de conexiones.
- Para efectuar el cableado de LOGO, utilice un destornillador con un ancho de hoja de 3 mm.

Requerimientos del sistema.

Por el usuario

Cada año:

- Inspección visual para comprobar el buen estado de las conexiones y funcionamientos tanto de protecciones como de equipos y cableados.
- Limpieza superficial de las conexiones con un trapo seco.

Cada 5 años:

- Limpieza superficial de las clavijas y receptores eléctricos, siempre con bayetas secas y en estado de desconexión.

Por el personal calificado

Cada 2 años:

- Verificación del estado de conservación de las cubiertas aislantes de los interruptores y bases de enchufe de la instalación, reparándose los defectos encontrados.

Requerimientos y utilización del operador.

Herramientas recomendadas.

- Pelacables.
- Alicates.
- Destornillador estrella
- Destornillador de punta plana.
- Pinza.
- Taladro.
- Sierra manual
- Flexometro.
- Nivel.
- Brocas de un cuarto.

Equipo y vestimenta

- Guantes de seguridad y aislantes
- Ropa aislante y de trabajo.
- Zapatos aislantes.
- Gafas si requiere proteccion visual.

