



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

PROPUESTA TECNOLÓGICA

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN CERCO ELÉCTRICO, PARA PROTECCIÓN DE GANADO, UTILIZANDO ENERGÍA FOTOVOLTAICA”

Propuesta tecnológica presentada previo a la obtención del Título de Ingenieros Electromecánicos.

Autores:

Castellano Arbito Karen Brigitte

Vargas Vizcaíno Christian Jesús

Tutor:

MSc. Jefferson Alberto Porras Reyes

Latacunga – Ecuador

Marzo 2021



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban la presente Propuesta Tecnológica de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD de CIYA; por cuanto, los postulantes **CASTELLANO ARBITO KAREN BRIGITE Y CHRISTIAN JESÚS VARGAS VIZCAÍNO**, con el título de Proyecto de titulación: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN CERCO ELÉCTRICO, PARA PROTECCIÓN DE GANADO, UTILIZANDO ENERGÍA FOTOVOLTAICA”**, 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, a 1 de marzo del 2021.

Para constancia firman:

.....
Lector 1 (Presidente)
Ing. Edwin Homero Moreano Martínez
CC: 050260750-0

.....
Lector 2
Ing. Cristian Fabián Gallardo Molina
CC: 050284769-2

.....
Lector 3
Ing. Enrique Torres Mayo
CC: 175712194-0



DECLARACIÓN DE AUDITORÍA

Nosotros, **Castellano Arbito Karen Brigitte** portador del número de cedula **050418618-0** y **Vargas Vizcaíno Christian Jesús** portador del número de cedula **050319811-1**, declaramos ser autores de la Propuesta Tecnológica: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN CERCO ELÉCTRICO PARA PROTECCIÓN DE GANADO UTILIZANDO ENERGÍA FOTOVOLTAICA”**, siendo el MSc. **Porras Reyes Jefferson Alberto** tutor del presente trabajo; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, a 1 marzo del 2021

.....
Castellano Arbito Karen Brigitte
C.C. 050418618-0

.....
Vargas Vizcaíno Christian Jesús
C.C. 050319811-1



AVAL DEL TUTOR DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

En calidad de Tutor de la Propuesta Tecnológica sobre el título:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN CERCO ELÉCTRICO PARA PROTECCIÓN DE GANADO UTILIZANDO ENERGÍA FOTOVOLTAICA”, de los ponentes **Castellano Arbito Karen Brigitte** y **Vargas Vizcaíno Christian Jesús**, de la carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que dicha Propuesta Tecnológica cumple con los requisitos metodológicos y aporte científico-técnicos suficiente para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, a 1 de marzo del 2021

.....
MS.c. Porras Reyes Jefferson Alberto
C.C. 070440044-9



AVAL DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

En calidad de propietario de la finca La Luz, ubicada en la provincia de Cotopaxi, cantón Pujilí, parroquia Pilaló, certifico que mediante la Propuesta Tecnológica: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN CERCO ELÉCTRICO PARA PROTECCIÓN DE GANADO UTILIZANDO ENERGÍA FOTOVOLTAICA”**. Los postulantes **Castellano Arbito Karen Brigitte y Vargas Vizcaíno Christian Jesús**, implementaron el proyecto antes mencionado, entregando en óptimo funcionamiento, de acuerdo a las especificaciones vertidas en el presente documento de investigación.

Autorizo para que los postulantes, usen el presente Aval de implementación de la Propuesta Tecnológica, para cualquier fin legal pertinente de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

.....
Sr. Pedro Alejandro Plaza Bautista
C.C. 050091041-9

DEDICATORIA

Mi tesis va dedicada a mis padres Azucena y Rolando por toda la dedicación que me han brindado por siempre estar junto a mi apoyándome en mis metas, a mi querido hermano Luis quien ha sido mi ejemplo a seguir al que admiro y respeto por su apoyo incondicional en cada circunstancia de mi vida, a mi amado hijo Cristian que es el pilar fundamental para que no decaiga y siga en la lucha constante de terminar y cumplir mis sueños, a la memoria de mi abuelito Gonzalo un gran ejemplo de trabajo, sé que sus ojos no podrán ver mi triunfo, pero su alma y su esencia me acompañara en cada uno de ellos te amo abuelo.

Con infinito amor para ustedes familia los que siempre estarán junto a mí y yo junto a ustedes.

Castellano Karen

DEDICATORIA

A mi querida madre persona por la cual supe llegar a este punto de mi vida, la única persona que lloro cuando yo lloré y me levanto cuando ni yo intente hacerlo, la dedico a Víctor Pullotasig no fue mi amigo, fue mi compañero que sin duda pudo haber llegado más lejos que cualquiera y hoy celebra nuestro triunfo junto a la compañía de Dios Padre

Vargas Christian

AGRADECIMIENTO

Agradezco primero a Dios por darme la vida, salud y fe para seguir día a día , a mis padres Azucena y Rolando por su lucha constante de sacarme adelante y nunca hacerme faltar nada por darme la educación y permitirme crecer profesionalmente, por verme crecer, por su amor, su humildad ,por sus consejos, por estar junto a mí en las buenas y en las malas eso y muchas cosas más, agradezco a toda mi familia por estar junto a mi dándome su aliento para no decaer y agradezco a la Universidad Técnica de Cotopaxi por brindarme la oportunidad de tener mi Ingeniería en Electromecánica.

Castellano Karen

AGRADECIMIENTO

En mi formación profesional e atravesado diversas circunstancias, las he superado gracias a muchas personas, amigos, familia, docentes, tutor; desearía plasmar su nombre en este párrafo, pero sería muy extenso, por eso agradezco indudablemente a mi señor Jesús por poner a todas esas personas en mi camino y a mi madre por ser el ángel de mi vida, poder desarrollarme como persona y profesional en la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Vargas Christian

ÍNDICE

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	ii
DECLARACIÓN DE AUDITORÍA	iii
AVAL DEL TUTOR DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA.....	iv
AVAL DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA.....	v
DEDICATORIA.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
AGRADECIMIENTO	viii
AGRADECIMIENTO	ix
ÍNDICE.....	x
RESUMEN.....	xx
ABSTRACT	xxi
1. INFORMACIÓN BÁSICA	23
2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA.....	24
2.1. Título de la propuesta tecnológica	24
2.2. Tipo de alcance	24
2.3. Área del conocimiento	24
2.4. Sinopsis de la propuesta tecnológica	25
2.5. Objeto de estudio y campo de acción	25
2.5.1. Objeto de estudio	25
2.5.2. Campo de acción	25
2.6. Situación problemática y problema	26
2.6.1. Situación problemática	26
2.6.2. Diagrama Causa – Efecto	27
2.6.3. Problema.....	27

2.7.	Hipótesis o formulación de pregunta científica	27
2.8.	Objetivos	28
2.8.1.	Objetivo General.....	28
2.8.2.	Objetivos Específicos	28
2.9.	Descripción de las actividades y tareas propuestas con los objetivos establecidos.....	28
3.	MARCO TEÓRICO	32
3.1.	Antecedentes de la energía solar fotovoltaica.....	32
3.1.1.	Producción de energía solar fotovoltaica a nivel mundial.....	32
3.1.2.	Antecedente del desarrollo de la energía solar en Ecuador	33
3.1.3.	Antecedentes de proyectos de cercos eléctricos alimentados con energía solar.	33
3.2.	La energía solar.....	34
3.2.1.	La energía solar fotovoltaica	34
3.3.	Marco Metodológico.....	35
3.3.1.	Transmisión de la energía	36
3.3.2.	El efecto fotoeléctrico.....	36
3.3.3.	Radiación solar.....	36
3.3.4.	Orientación e inclinación óptima anual, estacional y diaria.....	37
3.4.	Instalación solar fotovoltaica aislada.....	39
3.4.1.	Módulos fotovoltaicos	39
3.4.2.	Tipos de paneles	40
3.4.3.	Batería o acumulador.....	41
3.4.4.	Controlador o regulador de carga	43
3.5.	Cercas Eléctricas	44
3.6.	Elementos para la instalación del cerco eléctrico	44
3.6.1.	Electrificadores alimentados con energía solar	44

3.6.2.	Aisladores	45
3.6.3.	Puesta a tierra.....	45
4.	METODOLOGÍA.....	46
4.1.	Tipo de Investigación.....	46
4.1.1.	Métodos.....	46
4.1.2.	Técnicas.....	47
4.1.3.	Instrumentos.....	47
4.2.	Declaración de variables	48
4.3.	Selección de alimentación para el cercado eléctrico.....	49
4.4.	Funcionamiento de un cerco eléctrico	52
4.4.1.	Técnicas para la implementación de un cerco eléctrico	52
4.5.	Dimensionamiento del cerco eléctrico.....	53
4.5.1.	Consumo estimado	53
4.5.2.	Potencia pico necesaria.....	53
4.5.3.	Horas pico.....	54
4.5.4.	Número de módulos	55
4.5.5.	Selección del panel	56
•	Silicio Monocristalino:	56
•	Silicio Policristalino:.....	57
4.5.6.	Energía solar incidente sobre el panel	60
4.5.8.	Selección del tipo de acumulador.....	61
4.5.9.	Selección del controlador	64
4.5.10.	Selección del energizador	64
4.5.11.	Resistencia del ganado.....	64
4.6.	Selección del equipamiento del cercado	65

4.6.1.	Alambre para la cerca	65
4.7.	Fabricación de la base para el módulo fotovoltaico	65
4.8.	Conexión eléctrica	65
4.9.	Diagrama de flujo	66
5.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	67
5.1.	Análisis para el dimensionamiento.....	67
5.1.1.	Cálculo consumo estimado.....	67
5.1.2.	Total, energía necesaria (Ten)	67
5.1.3.	Radiación solar disponible.....	68
5.1.4.	Horas pico (hsp)	69
5.1.5.	Cálculo de paneles solares necesarios.	69
5.1.6.	Incidencia solar sobre el panel	70
5.1.7.	Dimensionamiento del controlador	70
5.1.8.	Resistencia del ganado.....	71
5.1.9.	Dimensionamiento del energizador	72
5.1.10.	Capacidad de los acumuladores	72
5.2.	Elementos del cerco fijo y móvil	73
5.2.1.	Estacas Fijas y Móviles	73
5.2.2.	Aisladores	74
5.2.3.	Alambre	75
5.2.4.	Puesta a tierra.....	76
5.3.	Construcción de la base para el módulo fotovoltaico	76
5.4.	Montaje y conexión de los equipos.....	77
5.5.	Instalación del cerco fijo	78
5.6.	Instalación de la cerca móvil	78

5.7.	Resultados obtenidos	79
5.8.	Montaje en el lugar in situ	81
6.	ANÁLISIS DE IMPACTOS Y COSTOS	86
6.1.	Análisis costos	86
6.1.1.	Costos directos.....	86
6.1.2.	Costo de mano de obra	88
6.1.3.	Costo indirecto.....	88
6.1.4.	Inversión total.....	88
6.2.	Impactos.....	89
6.2.1.	Impacto práctico	89
6.2.2.	Impacto simbólico	89
6.2.3.	Impacto tecnológico	89
6.2.4.	Impacto ambiental	89
6.2.5.	Impacto epistemológico.....	89
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	90
7.1.	Conclusiones	90
7.2.	Recomendaciones	90
8.	REFERENCIAS	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3. 1. Los países de ALC y su desempeño en el Trilema 2020	32
Figura 3. 2. África subsahariana tiene potencial para ser líder en energía renovable	34
Figura 3. 3. Efecto fotoeléctrico	36
Figura 3. 4. Radiación Global (G).....	37
Figura 3. 5. Órbita descrita por la tierra en su movimiento alrededor del sol.....	38
Figura 3. 6. Sistema fotovoltaico aislado	39
Figura 3. 7. Elementos constructivos de un panel fotovoltaico.....	40
Figura 3. 8. Módulos solares Victron Energy Monocristalinos.....	40
Figura 3. 9. Módulos solares Victron Energy Policristalinos.....	41
Figura 3. 10. Baterías ME - AGM / GEL	42
Figura 3. 11. Sistema de Acumulación de Corriente directa y alterna (CC/CA)	42
Figura 3. 12. Regulador shunt o paralelo	43
Figura 3. 13. Regulador serie	44
Figura 3. 14. Aislador	45
Figura 4. 1. Multímetro	47
Figura 4. 2. Piranómetro.....	48
Figura 4. 3. Panel solar monocristalino.....	57
Figura 4. 4. Panel solar Policristalino.....	57
Figura 5. 1. Toma de radiación.....	68
Figura 5. 2. Panel solar adquirido.....	70
Figura 5. 3. Controlador de carga.....	71
Figura 5. 4. Energizador	72
Figura 5. 5. Batería del sistema	73
Figura 5. 6. Árboles destinados para la cerca fija.....	73
Figura 5. 7. Estaca de varilla con un aislante de manguera térmica.....	74

Figura 5. 8. Aislador instalado	74
Figura 5. 9. Templadores.....	75
Figura 5. 10. Alambre para el cerco fijo.....	75
Figura 5. 11. Carrete de hilo polieléctrico.....	75
Figura 5. 12. Varilla COPPERWELD para tierra.....	76
Figura 5. 13. Soporte del panel, batería, energizador y controlador	76
Figura 5. 14. Estructura para la inclinación del panel solar	77
Figura 5. 15. Conexión de los equipos	77
Figura 5. 16. Área de la cerca fija	78
Figura 5. 17. Cerca móvil.....	79
Figura 5. 18. Montaje de los elementos a la base.....	79
Figura 5. 19. Valores a la salida del panel y del controlador	80
Figura 5. 20. Valores a la salida del panel y del controlador	80
Figura 5. 21. Tiempo de choques del energizador.....	81
Figura 5. 22. Ubicación de la finca LA LUZ	81
Figura 5. 23. Puesta a tierra física	82
Figura 5. 24. Distancia entre postes del cerco fijo	82
Figura 5. 25. Montaje del panel solar.....	83
Figura 5. 26. Montaje de los elementos en la base.....	83
Figura 5. 27. Puesta de la cerca móvil y conexión a la cerca fija.....	84
Figura 5. 28. Programación del controlador.....	84
Figura 5. 29. Ganado Vacuno dentro de la cerca	85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1. Descripción de las actividades y tareas propuestas con los objetivos establecidos....	29
Tabla 4. 1. Características del piranómetro	48
Tabla 4. 2. Variable independiente	48
Tabla 4. 3. Variable dependiente	49
Tabla 4. 4. Evaluación de criterios	50
Tabla 4. 5. Criterio de fácil instalación.....	50
Tabla 4. 6. Criterio de accesibilidad.....	50
Tabla 4. 7. Criterio de accesibilidad de costos	51
Tabla 4. 8. Criterio de eficiencia	51
Tabla 4. 9. Criterio de Implementación.....	51
Tabla 4. 10. Análisis de criterios para la fuente de alimentación	52
Tabla 4. 11. Valores de insolación o radiación solar global para las provincias del Ecuador.....	54
Tabla 4. 12. Evaluación de criterios PV	58
Tabla 4. 13. Criterio de instalación PV.....	59
Tabla 4. 14. Criterio de costo del PV	59
Tabla 4. 15. Criterio de eficiencia del PV	59
Tabla 4. 16. Criterio de disponibilidad en el mercado del PV.....	60
Tabla 4. 17. Análisis de selección del PV	60
Tabla 4. 18. Evaluación de criterios de selección del acumulador.....	62
Tabla 4. 19. Criterio de Instalación del acumulador.....	62
Tabla 4. 20. Criterio de costo del acumulador.....	63
Tabla 4. 21. Criterio de eficiencia del acumulador.....	63
Tabla 4. 22. Criterio de disponibilidad en el mercado del acumulador.....	63
Tabla 4. 23. Análisis de selección del acumulador.....	64
Tabla 4. 24. Variación de medida en miliamperios	64
Tabla 4. 25. Tabla de cable SPT	65
Tabla 5. 1. Datos de radiación solar (noviembre-enero)	68

Tabla 5. 2. Calculo de la resistencia del ganado.....	71
Tabla 6. 1. Costo de Materiales	86
Tabla 6. 2. Costo Directo.....	87
Tabla 6. 3. Costo de mano de obra	88
Tabla 6. 4. Costo de material indirecto.....	88
Tabla 6. 5. Costo de la inversión total	88

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación (4. 1)	53
Ecuación (4. 2)	53
Ecuación (4. 3)	54
Ecuación (4. 4)	55
Ecuación (4. 5)	55
Ecuación (4. 6)	60
Ecuación (4. 7)	61

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TITULO: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN CERCO ELÉCTRICO, PARA PROTECCIÓN DE GANADO, UTILIZANDO ENERGÍA FOTOVOLTAICA”

Autores: Castellano Arbito Karen Brigitte
Vargas Vizcaíno Christian Jesús

RESUMEN

La propuesta tecnológica tiene como finalidad el diseño e implementación de un cerco eléctrico, para protección de ganado, utilizando energía fotovoltaica en la finca “La luz”, ubicada en la provincia de Cotopaxi, cantón Pujilí, específicamente en la parroquia Pilalo, debido a la disponibilidad de la energía solar, aprovechando los factores de tipo climático y meteorológico, los cuales se comparó con datos obtenidos en la finca antes mencionada; la aplicación final que tendrá el recurso solar, permitirá dar valores reales para la determinación del número de paneles solares que se utilizará en la implementación del cerco eléctrico.

Los datos obtenidos muestran un consumo de energía diaria de 40 Wh/día, dando como resultado final mensual $C_{me}=1200$ Wh/mes, lo que conlleva a la selección de un panel solar monocristalino PROSTAR PMS120W, ya que se comparan los datos obtenidos mediante investigación bibliografía, donde se afirma que la provincia de Cotopaxi se encuentra en la región IV con un promedio de 4400 a 4800 Wh/m/día. La finca está ubicada en el segundo piso climático del Ecuador, que refiere a tener un clima templado. Se escoge el Ángulo de 45° , sin embargo, la estructura que abarca el panel puede corregir su ángulo según la incidencia solar. Mediante el cálculo se determinó la capacidad de carga para el acumulador requerido el cual es 7Ah, en base también a las dos horas pico de incidencia solar al día se considera dos BATERÍAS STV.

Palabras clave:

Climático, Meteorológico, solar, panel, acumulador, ángulo, incidencia.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

TITLE: "DESIGN AND IMPLEMENTATION OF AN ELECTRICAL FENCE, FOR LIVESTOCK PROTECTION, USING PHOTOVOLTAIC ENERGY"

Authors: Castellano Arbito Karen Brigitte
Vargas Vizcaíno Christian Jesús

ABSTRACT

The purpose of this research project is the design and implementation of an electric fence for the protection of livestock, using photovoltaic energy in the “La luz” farm, located in the province of Cotopaxi, Pujilí canton, specifically in the Pilaló parish, due to the availability of solar energy, taking advantage of climatic and meteorological factors, which were compared with the data obtained in the aforementioned farm, for the analysis of the solarimetric information; It is necessary to know the final application that the solar resource will have. The data will allow us to give real values, to determine the number of solar panels that will be used in the implementation of the electric fence.

The data obtained show a daily energy consumption of 40 Wh / day, resulting in the final monthly result $C_{me} = 1200 \text{ Wh / month}$, which leads to the selection of a PROSTAR PMS120W monocrystalline solar panel, since the data obtained are compared where states that the province of Cotopaxi is in region IV with an average of 4,400 to 4,800 Wh / m² / day. The farm being located on the second climatic floor of Ecuador, which refers to having a temperate climate. The Angle of 30 ° is chosen, however, the structure that includes the panel can correct its angle according to the solar incidence. Through the calculation, the charging capacity for the required accumulator was determined, which is 7 Ah, also based on the two peak hours of solar incidence per day, two STV BATTERIES are considered.

Keywords:

Climate, Meteorological, solar, panel, accumulator, angle, incidence.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del Proyecto de Titulación II al Idioma Inglés presentado por los señores egresados de la **CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS: CASTELLANO ARBITO KAREN BRIGITE y VARGAS VIZCAÍNO CHRISTIAN JESÚS**, cuyo título versa “**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN CERCO ELÉCTRICO, PARA PROTECCIÓN DE GANADO,**

UTILIZANDO ENERGÍA FOTOVOLTAICA”, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimen conveniente.

Latacunga, marzo del 2021

Atentamente,

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS

C.C. 0501801252

www.utc.edu.ec

Av. Simón Rodríguez s/n Barrio El Ejido /San Felipe. Tel: (03) 2252346 - 2252307 - 2252205

xxii

Firmado
1803027935
ROMERO
GARCIA
digitalmente por
HUGO ROMERO
GARCIA
CENTRO
DE IDIOMAS
Fecha: 2021.02.26

1. INFORMACIÓN BÁSICA

PROPUESTO POR:

Castellano Arbito Karen Brigitte

Vargas Vizcaíno Christian Jesús

TEMA APROBADO:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN CERCO ELÉCTRICO PARA PROTECCIÓN DE GANADO UTILIZANDO ENERGÍA FOTOVOLTAICA”

CARRERA: INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA.

DIRECTOR DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA:

MSc. Jefferson Alberto Porras Reyes

EQUIPO DE TRABAJO:

MSc. Jefferson Alberto Porras Reyes

Castellano Arbito Karen Brigitte

Vargas Vizcaíno Christian Jesús.

LUGAR DE EJECUCIÓN:

Cotopaxi, Pujilí, Parroquia “Pilalo”, Reserva Ecológica los ILINIZAS

TIEMPO DE DURACIÓN DE LA PROPUESTA:

6 MESES

FECHA DE ENTREGA:

Marzo del 2021

LÍNEAS Y SUBLÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

Líneas de Investigación: De acuerdo a lo establecido por el departamento de investigación de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Línea 3. Energías alternativas y renovables, eficiencia energética y protección ambiental. Desarrollo tecnológico e innovación.

Sub Línea: Energética en sistemas electromecánico y uso de fuentes renovables de energía.

TIPO DE PROPUESTA TECNOLÓGICA:

El fenómeno de la electricidad ha servido para el uso electrodoméstico e industrial por varios años con un costo elevado al producirla, transportarla y distribuirla además amenaza el ecosistema, rige a buscar energías alternativas y limpias, el proyecto pretende la construcción de una cerca eléctrica utilizando energía solar ya que es una fuente inagotable que permitirá el mejoramiento del pastoreo.

2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

2.1. Título de la propuesta tecnológica

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN CERCO ELÉCTRICO, PARA PROTECCIÓN DE GANADO, UTILIZANDO ENERGÍA FOTOVOLTAICA”

2.2. Tipo de alcance

El presente proyecto tiene como alcance, integrador, debido a que se está diseñando e implementado un cerco eléctrico alimentado por energía fotovoltaica, lo que ayuda al pastoreo rotativo de una fracción determinada de la finca “La Luz” y cuidado del ganado, teniendo en cuenta que este sistema permite un menor impacto ambiental, en comparación con la utilización de la fuente de alimentación de la red eléctrica pública, ya que se encuentra en lugar de difícil acceso.

2.3. Área del conocimiento

Según el código de UNESCO, el proyecto que implementaremos, está basando en áreas de conocimientos que adquirimos en toda nuestra jornada como estudiantes de la carrera de ingeniería electromecánica los cuales son:

Campo amplio: Ciencias tecnológicas (33).

Campo específico: Ingeniería y tecnología eléctricas (3306).

Campo detallado: Utilización de la Corriente Continua (3306.01).

Aplicaciones Eléctricas (3306.02).

Conductores Aislados (3306.05).

Fabricación de Equipo Eléctrico (3306.06).

Interruptores (3306.08).

Transmisión y Distribución (3306.09).

2.4. Sinopsis de la propuesta tecnológica

La propuesta tecnológica será implementar un cerco eléctrico mixto permitiendo al ganadero producir al máximo el terreno y el aprovechamiento de la pastura, que está dentro de la cerca fija, subdividiéndola con una cerca móvil conectadas a la misma fuente de alimentación el cual mediante un panel fotovoltaico, la salida de voltaje de la cerca será diseñada con tres valores de tensión en este caso de 8 kV, 10 kV y 12 kV, dependiendo del tipo de ganado que se esté manejando, es decir ganado porcino, bovino y equino respectivamente, por la variedad de animales que hay en la finca “La Luz”.

2.5. Objeto de estudio y campo de acción

2.5.1. Objeto de estudio

Cerca eléctrica alimentada por paneles solares.

2.5.2. Campo de acción

Para el diseño e implementación del cerco eléctrico fijo y móvil.

Ciencias tecnológicas (33).

Ingeniería y tecnología eléctricas (3306).

Utilización de la Corriente Continua (3306.01).

Aplicaciones Eléctricas (3306.02).

Conductores Aislados (3306.05).

Fabricación de Equipo Eléctrico (3306.06).

Interruptores (3306.08).

Transmisión y Distribución (3306.09).

2.6.Situación problemática y problema

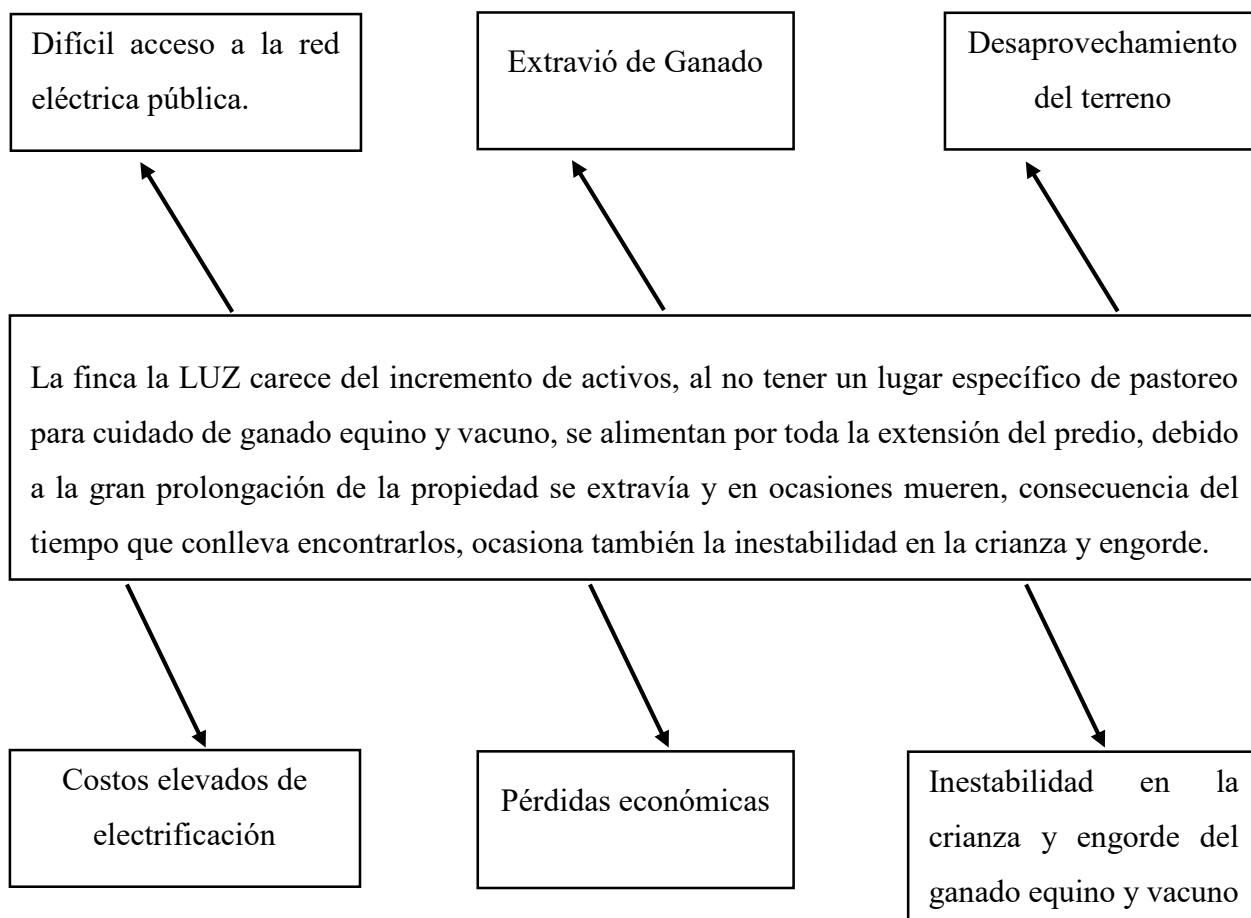
2.6.1. Situación problemática

Debido a la utilización masiva de elementos contaminantes con el medio ambiente, la destrucción del ecosistema para la explotación de yacimientos topográficos, la pérdida de vegetación, la biodiversidad, la contaminación de las aguas y los suelos se ha deteriorado para la obtención de energía eléctrica. Según el decreto ejecutivo N°475, el Gobierno del Ecuador escindió el ministerio de Energías y Minas en dos ministerios: el Ministerio de Minas y Petróleos y el Ministerio de Electricidad y Energías Renovables (MEER).

Consecutivamente la Constitución de la República del Ecuador, publica un registro oficial 449 el 20 de octubre del 2008, en el artículo 413 establece que “El estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sana, así como de energías renovables diversificadas”. Ante todo, la mejor opción es el uso de energías renovables ya que son aquellas que se obtienen a partir de fuentes naturales que producen energía de forma inagotable e indefinida. Por ejemplo, la energía solar, la energía eólica o la energía mareomotriz son fuentes renovables de energía [1].

Con este precedente analizará la utilización de energía fotovoltaica.

2.6.2. Diagrama Causa – Efecto



2.6.3. Problema

La finca la LUZ carece del incremento de activos, al no tener un lugar específico para pastoreo y cuidado de ganado equino y vacuno, se alimentan por toda la extensión del predio, debido a la gran prolongación de la propiedad se extravía y en ocasiones mueren, consecuencia del tiempo que conlleva encontrarlos, ocasiona también la inestabilidad en la crianza y engorde.

2.7. Hipótesis o formulación de pregunta científica

La implementación de un sistema energético solar fotovoltaico generará la potencia adecuada que requiere el cerco eléctrico de 5W para mantener al ganado equino y vacuno limitado en un área seleccionada durante ocho horas al día.

2.8. Objetivos

2.8.1. Objetivo General

Diseñar e implementar un cerco eléctrico mixto, para el pastoreo del ganado equino y vacuno utilizando energía fotovoltaica.

2.8.2. Objetivos Específicos

- Indagar diferentes citas bibliográficas referente a la utilización de energía fotovoltaica y la aplicación de cercos eléctricos para la crianza de ganado.
- Analizar el potencial de la radiación solar para poder ejecutar la transformación a energía eléctrica.
- Realizar la metodología para dimensionar el equipamiento con el que se debe implementar el cerco eléctrico.
- Elegir el equipo necesario para la alimentación y funcionamiento del cerco eléctrico.
- Instalar el cerco eléctrico y comprobar el funcionamiento en la finca.

2.9. Descripción de las actividades y tareas propuestas con los objetivos establecidos

Resulta indispensable desarrollar la descripción de las tareas y actividades relacionadas con los objetivos específicos para orientar el proyecto, con cada actividad se cumple una determinada función consecuente con cada una. En la tabla 2.1 se observa las actividades con relación a los objetivos planteados.

Tabla 2. 1. Descripción de las actividades y tareas propuestas con los objetivos establecidos

Objetivos Específicos	Tareas	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad
<p>1. Indagar diferentes citas bibliográficas referente a la utilización de energía fotovoltaica y la aplicación de cercos eléctricos para la crianza de ganado.</p>	<p>a. Detalle de la aplicación de energía fotovoltaica.</p>	<p>Conocimiento sobre las normas aplicables de la energía fotovoltaica.</p>	<p>Investigación de tesis similares.</p>
	<p>b. Investigación acerca del funcionamiento de los cercos eléctricos.</p>	<p>Conocimiento de que hace posible el funcionamiento de un cerco eléctrico.</p>	<p>Desarrollo de la problemática.</p>
	<p>c. Detalle sobre la protección de ganado con cercas eléctricas.</p>	<p>Conocimiento de la resistividad del ganado de crianza.</p>	<p>Desarrollo del marco teórico.</p>
	<p>a. Visita al lugar donde estará ubicado el equipo.</p>	<p>Verificación geográfica de la finca.</p>	<p>Definición del área donde estará ubicada el cerco.</p>

2. Analizar el potencial de la radiación solar para poder ejecutar la transformación a energía eléctrica.	b. Elección del equipo para la medición.	Conocimiento del equipo de medición.	Toma de datos con el equipo.
	c. Investigación sobre la radiación que existe en el lugar mediante internet..	Conocimiento de la radiación solar .	Comparación de datos extraídos por el internet y datos obtenidos en la visita a la finca.
3. Realizar la metodología para dimensionar el equipamiento con el que se debe implementar el cerco eléctrico.	a. Conocimiento de las ecuaciones normadas en el desarrollo de la investigación.	Adecua miento de las ecuaciones semejantes que necesitará el desarrollo del proyecto.	Selección de ecuaciones.
	b. Investigación de campo .	Conocimiento de tipos de componentes.	Comparación de los componentes existentes en el mercado
	c. Dimensionamiento de la cerca	Obtención de la potencia requerida.	Selección del panel solar.

4. Elegir el equipo necesario para la alimentación y funcionamiento del cerco eléctrico.	a. Obtención de datos .	Dimensionamiento del equipo.	Selección de equipos.
	b. Adquisición de materiales.	Investigación de costos y tipos de materiales.	Compra del material para la construcción.
	c. Construcción de la base para el módulo.	Obtención de una base móvil.	Compra de material y pintura que soporte estar en exteriores.
5. Colocar el cerco eléctrico en la finca.	a. Montaje de los elementos en la base.	Base y equipo colocado	Asegurar los equipos.
	b. Conexión eléctrica entre los elementos y tierra.	Puesta en marcha del cerco.	Conectar los equipos según el plano y tierra.
	c. Pruebas de funcionamiento energético.	Electrificación del cerco eléctrico.	Energizar el sistema.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes de la energía solar fotovoltaica

3.1.1. Producción de energía solar fotovoltaica a nivel mundial

La generación a gas representa una participación del 33% de la generación de electricidad de la región, mientras que el carbón y la energía nuclear tienen una participación del 15%, la eólica el 8% y la solar el 2%. [3]

La matriz de energía mundial, en este periodo de 35 años, no presentó modificaciones estructurales significativas en lo que se refiere a la utilización de fuentes primarias de energía. De esta manera, es imprescindible considerar nuevas fuentes de energías primarias menos contaminantes como el caso del gas natural y las energías renovables. En este ámbito la energía solar fotovoltaica ha tenido en los últimos años el mayor crecimiento entre las energías renovables. [2]

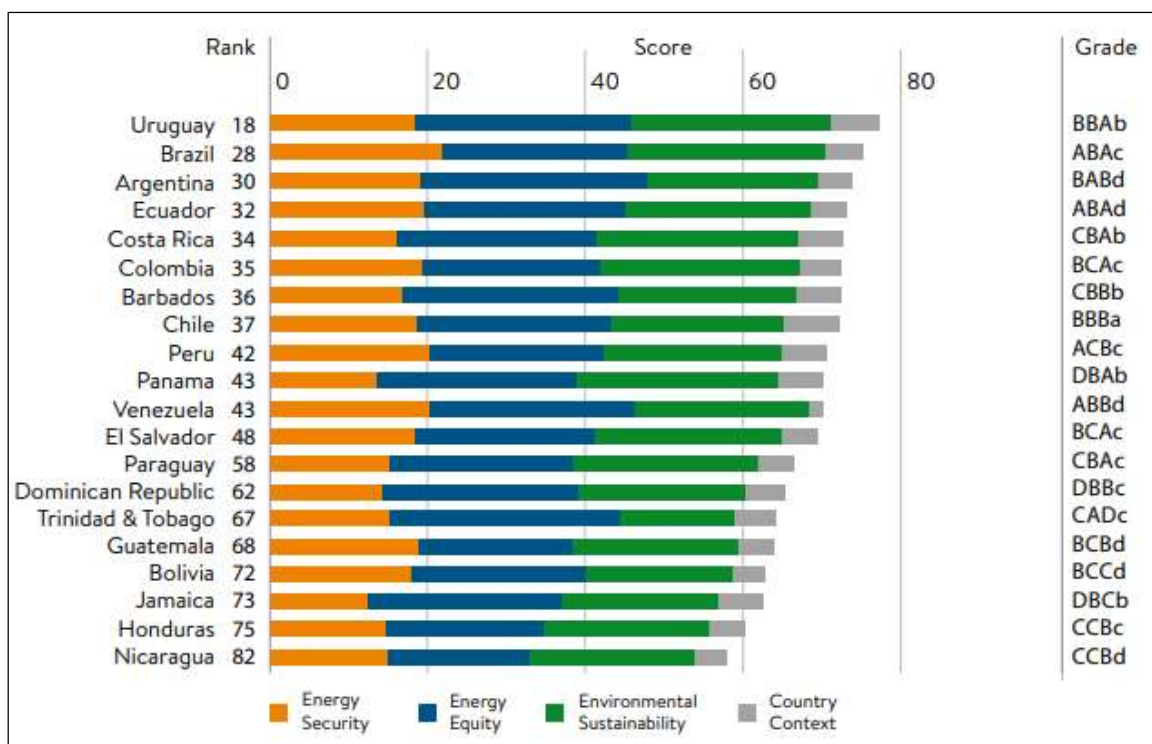


Figura 3. 1. Los países de ALC y su desempeño en el Trilema 2020

Fuente: [4]

Rango de valores: A (mejor), B, C, D (peor) Ejemplo: AAAa, ABAc, BCDb, DCDD Significado: se otorga una calificación para rendimiento en tres dimensiones principales (1ra carta de seguridad,

2da equidad, 3ra Sostenibilidad) que cubren el 90% de la calificación general y una dimensión adicional (Cuarta letra para el contexto del país) que cubre el 10% restante. [4]

3.1.2. Antecedente del desarrollo de la energía solar en Ecuador

En lo que se refiere a la energía renovable no convencional, históricamente su producción se ha constituido de leña, bagazo de caña, melaza, jugo de caña, energía eólica, y energía solar. A partir del 2012, a estas fuentes energéticas se debe sumar el aceite de piñón, el cual, a pesar de tener una participación mínima, aporta en cerca del 20% (...), la mayor participación en la producción de energías renovables no convencionales la tiene el bagazo de caña y la leña. Mientras que el bagazo ha aumentado en un 51% su participación entre 2005 y 2015, demandando en la industria y para la generación de electricidad, la leña ha tenido una reducción del 30% en ese periodo, debido al aumento en acceso a combustibles más modernos para la cocción. La energía solar y la energía eólica han sido utilizadas en el país para la generación eléctrica. [6]

3.1.3. Antecedentes de proyectos de cercos eléctricos alimentados con energía solar.

Actualmente, una de las formas de generación eléctrica mediante la utilización de energías alternativas es la híbrida eólica y solar, que presenta numerosas ventajas respecto de las formas convencionales de producción de electricidad. La aplicación de tecnologías limpias renovables, están orientadas a dar una solución para la búsqueda de alternativas menos contaminantes y rentables a largo plazo, esto permitirá que la asociación de productores pecuarios Sincholagua, hacienda “La Merced”, no dependan totalmente de las centrales hidroeléctricas que proveen de energía al país [7]

La generación limpia de electricidad, para la ejecución del proyecto fue indispensable el manejo de equipos meteorológicos para el monitoreo temporal de la radiación solar y la velocidad del viento en la zona, de esta forma tener mediciones confiables que permitieron analizar las características que brinda el lugar y se diseñó un sistema híbrido que cumple con todos los requerimientos técnicos en su instalación. [7]

La implementación se inició en base a los generadores solar-eólico existentes, por otro lado, se dispone de un banco de baterías el cual permite cubrir los días de autonomía de instalación, al igual que el inversor permite transformar el voltaje continuo en voltaje alterno y por último la bomba que permite extraer agua subterránea. En el transcurso del desarrollo de tesis se describen el resto

de componentes utilizados en el sistema, mismo que cuenta con cuatro paneles solares de 100 vatios cada uno, un aerogenerador de 400 vatios instalado a 15m de altura con poste de hormigón, un controlador de carga de 30A, tres baterías de 100Ah cada uno, un inversor de 1600 a 3200 vatios, una bomba de agua de 746 vatios, que interactúan en su estructura y funcionamiento para producir 900 vatios; suficientes para mantener los abrevaderos llenos. [7]

3.2.La energía solar

La energía solar es la que procede del Sol y llega a la Tierra en forma de radiación electromagnética, esta energía se puede aprovechar de dos maneras: por conversión térmica (energía solar térmica) y por conversión fotovoltaica (energía solar fotovoltaica). [5]

3.2.1. La energía solar fotovoltaica

Gracias a la energía solar fotovoltaica se puede transformar directamente la luz solar en electricidad. En este punto se define brevemente este tipo de energía y se enumeran sus principales ventajas e inconvenientes.

La energía solar fotovoltaica se puede definir como la tecnología utilizada para el aprovechamiento eléctrico de la energía del sol, a partir de las denominadas células fotovoltaicas. Mediante estas células, la radiación solar se transforma directamente en electricidad, aprovechando las propiedades de los materiales semiconductores [5]



Figura 3. 2. África subsahariana tiene potencial para ser líder en energía renovable

Fuente: [6]

3.3.Marco Metodológico

CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

Concordancias:

CÓDIGO PENAL, Arts. 606

Art. 413.- El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua. [9]

NORMA ECUATORIANA DE

CONSTRUCCIÓN

NEC-11

CAPÍTULO 14

ENERGÍAS RENOVABLES

PARTE 14-2. SISTEMAS DE GENERACIÓN CON ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA SISTEMAS AISLADOS Y CONEXIÓN A RED DE HASTA 100 Kw EN EL ECUADOR

Establecer las especificaciones y características técnicas que deben tener los sistemas fotovoltaicos (SFV) que se emplean en la generación de energía de origen fotovoltaico en el Ecuador y los servicios que deben proporcionar las empresas proveedoras para garantizar la confiabilidad, seguridad y durabilidad de los componentes del sistema a instalar, según sus fichas técnicas. [10]

Esta norma cubre los sistemas fotovoltaicos aislados de la red de cualquier potencia, según su aplicación. Cubre también los sistemas fotovoltaicos conectados a la red de hasta 100 kW de potencia nominal, definida como potencia del inversor. [10]

Norma IEC

Norma IEC 60335-2-76

Instrucciones para la instalación y conexión de cercos eléctricos. Ver Anexo III

3.3.1. Transmisión de la energía

Los paneles solares constituyen uno de los métodos más simples que se pueden usar para convertir la energía del sol en energía eléctrica aprovechable, esta transformación no produce subproductos peligrosos para el medio ambiente. parten de una fuente de energía virtualmente inagotable: la energía que emite el sol, la cual llega con una cantidad tal, que, si toda ella pudiera ser aprovechada, bastaría media hora de un día para satisfacer la demanda energética mundial durante todo un año. Aunque esto, como ya se sabe, no ocurre en el plano teórico y es imposible de realizar de forma práctica. [5]

3.3.2. El efecto fotoeléctrico

El efecto fotoeléctrico consiste en la emisión de electrones por metales, cuando se le somete a una radiación electromagnética (luz). [5] Este proceso tiene dos características fundamentales:

- Cada material tiene una frecuencia mínima o umbral de la radiación electromagnética, por debajo de la cual no se emiten electrones.
- La emisión de electrones aumenta cuando se incrementa la intensidad de la radiación incidente sobre la superficie del metal, ya que hay más energía disponible para liberar electrones

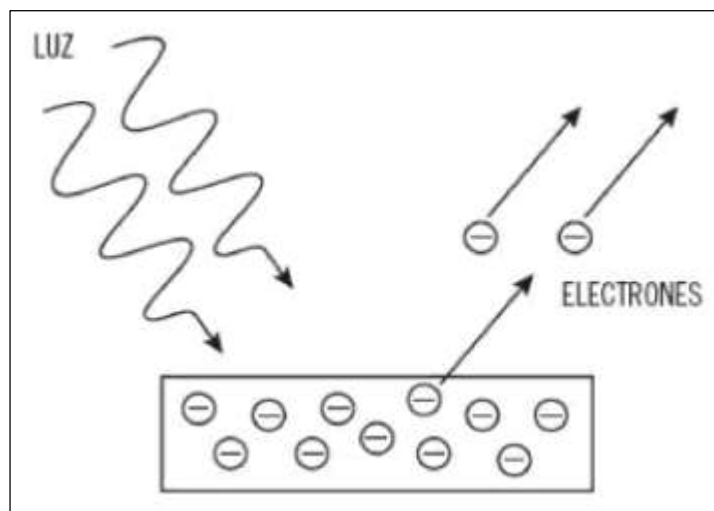


Figura 3. 3. Efecto fotoeléctrico

Fuente: [6]

3.3.3. Radiación solar

Antes de llegar a la superficie de la tierra, la radiación es reflejada al entrar en la atmósfera por la presencia de las nubes, el vapor de agua, etc., y dispersada por las moléculas de agua, el polvo en

suspensión. Debido a esto, la radiación solar que llega a la superficie terrestre procede de tres componentes:

- **Radiación directa (B):** formada por los rayos que provienen directamente del sol, es decir, que no llegan a ser dispersados.
- **Radiación difusa (D):** procede de toda la bóveda celeste, excepto la que llega del sol, y está originada por los efectos de dispersión mencionados anteriormente.
- **Radiación del albedo (R):** procedente del suelo, se debe a la reflexión de parte de la radiación incidente sobre montañas, lagos, edificios, etc. Depende muy directamente de la naturaleza de estos elementos.

La suma de estos tres componentes da lugar a la radiación global (**G**) que se determina $G=B+D+R$

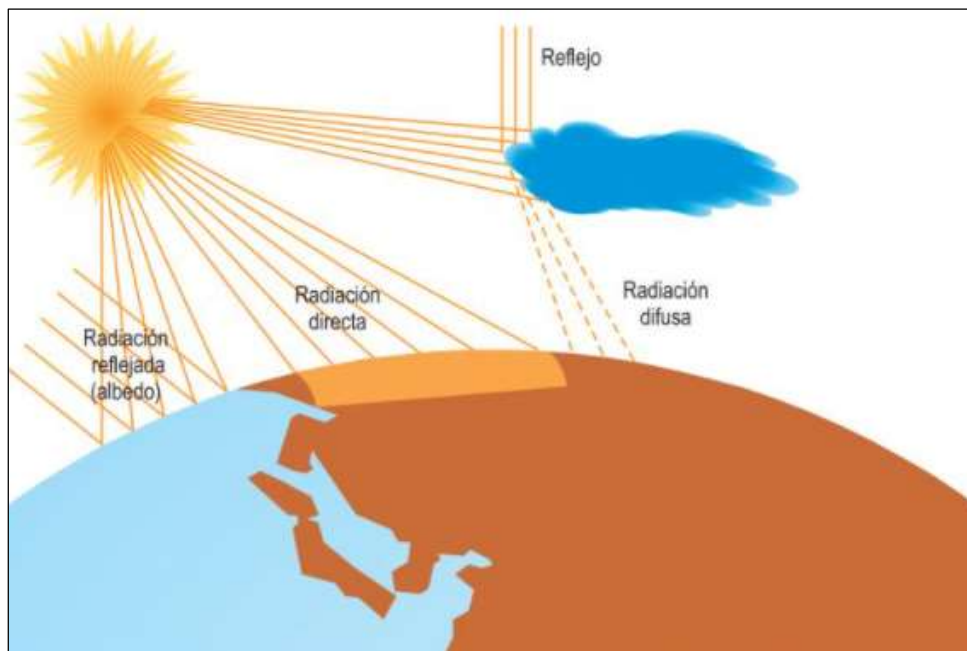


Figura 3. 4. Radiación Global (G)

Fuente: [13]

3.3.4. Orientación e inclinación óptima anual, estacional y diaria

A la hora de aprovechar al máximo la energía solar, es necesario tener en cuenta que el sol no se encuentra a la misma altura (respecto al horizonte) en invierno que, en verano, lo que significa que la inclinación de los paneles fotovoltaicos no puede ser fija si se quiere que, en todo momento, esos paneles se encuentren perpendicularmente orientados al sol. [6]

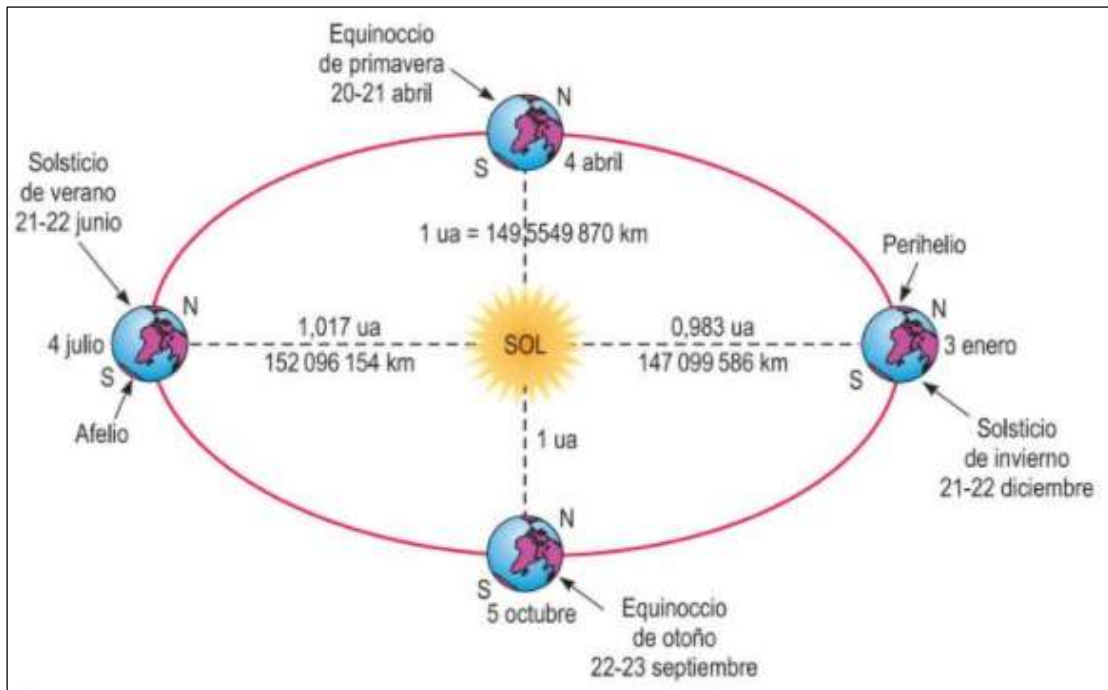


Figura 3. 5. Órbita descrita por la tierra en su movimiento alrededor del sol

Fuente: [13]

La inclinación óptima de cualquier captador solar se establece en función de la latitud y la aplicación:

Para la utilización en invierno: 10° mayor que la latitud

Para la utilización en primavera y verano: 20° mayor que la latitud

Para la utilización uniforme durante todo el año: 10° mayor que la latitud

En cualquier caso, es recomendable una inclinación superior a los 15° , para permitir que el agua de la lluvia se escurra. Donde nieva con cierta frecuencia, es recomendable una inclinación a partir de los 45° , para favorecer el deslizamiento de la nieve. En definitiva, es recomendable acercarse a las condiciones óptimas de la instalación: orientación sur e inclinación entre 5° y 10° menos que la latitud. [6]

Las denominadas horas de pico solar constituyen un parámetro fundamental para el dimensionado de los sistemas fotovoltaicos. Corresponden al número de horas en las que cada metro cuadrado de superficie captadora obtiene, de modo constante, 1000 W de energía. El número de horas pico de un día concreto, se puede calcular dividiendo la energía producida en ese día entre 1000 W/m². En

España, la media de horas solares pico es de tres a seis, aunque varía entre el norte y el sur, y de invierno a verano. [6]

3.4. Instalación solar fotovoltaica aislada

Un sistema fotovoltaico aislado o autónomo se trata de un sistema auto-abastecedor, ya que aprovecha la radiación solar para generar la energía eléctrica necesaria en el suministro de una instalación (vivienda, pozo, sistema de riego, sistema de telecomunicación, etcétera). [8]

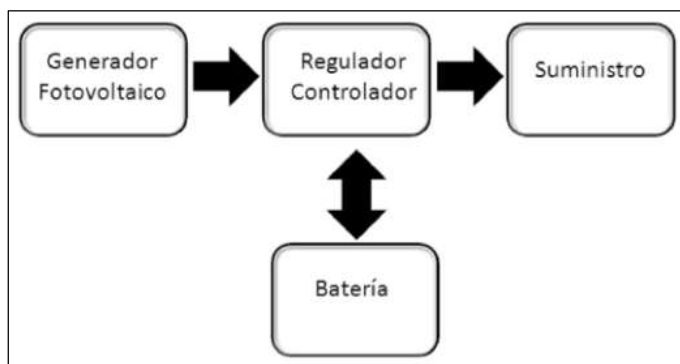


Figura 3. 6. Sistema fotovoltaico aislado

Fuente: [8]

Para entenderlo mejor, en la figura anterior se muestra un sistema fotovoltaico, formado por:

- **El generador fotovoltaico:** que proporciona la tensión/corriente encargada de mantener la carga de la batería.
- **La batería:** que será la encargada de proporcionar energía a la instalación, cuando la irradiación solar sea escasa o nula.
- **El regulador:** que se encarga del control del estado de la carga de la batería, adaptando los diferentes ritmos de producción y la demanda de energía.
- **El suministro:** que hace referencia a la instalación que se alimenta del sistema fotovoltaico.

3.4.1. Módulos fotovoltaicos

Denominado panel solar o modulo fotovoltaico, su principal función es la de proporcionar energía a la instalación a partir de la irradiación solar, aprovechando el efecto fotoeléctrico. Un módulo fotovoltaico está formado por la interconexión de varias células solares en serie y/o paralelo, para adaptar el panel a los niveles de tensión y corriente, puesto que cada célula puede suministrar del orden de 0,5 voltios. Para los paneles solares de uniones de silicio y con conexiones de células en

serie, los valores de tensión por número de células rondan las 36 células para 12 voltios y 72 células para 24 voltios. [8]

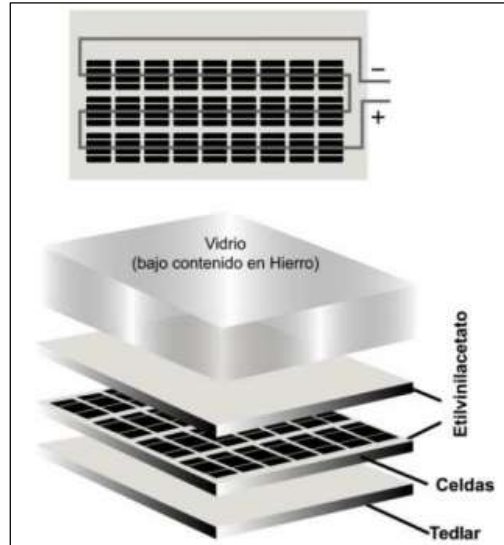


Figura 3. 7. Elementos constructivos de un panel fotovoltaico

Fuente: [9]

3.4.2. Tipos de paneles

Las células solares, o células fotovoltaicas, más utilizadas son las formadas por una unión P-N y construidas con silicio monocristalino. Las células se fabrican mediante la cristalización del silicio, por lo que se encuentran tres tipos principales (los más utilizados):

- **Monocristalino:** presenta una estructura cristalina completamente ordenada. Se obtiene de silicio puro fundido dopado con boro. Se reconoce por su monocromía azulada oscura y metálica.



Figura 3. 8. Módulos solares Victron Energy Monocristalinos.

Fuente: [9]

- **Policristalino:** presenta una estructura ordenada por regiones separadas. Las zonas irregulares se traducen en una disminución del rendimiento. Se obtiene de la misma forma que el monocristalino, pero con menos fases de cristalización (combinación de átomos). Se reconoce porque en su superficie se distinguen distintos tonos de azules y grises metálicos.



Figura 3. 9. Módulos solares Victron Energy Policristalinos

Fuente: [10]

3.4.3. Batería o acumulador

El almacenamiento de la energía eléctrica producida por el generador fotovoltaico se hace en forma de energía electroquímica, generalmente a través de las baterías de plomo ácido, construidas especialmente para sistemas fotovoltaicos. En su apariencia externa, este tipo de batería no difiere mucho de las utilizadas en automóviles. Sin embargo, internamente las baterías para aplicaciones fotovoltaicas son de ciclo profundo, lo cual significa que pueden descargar una cantidad significativa de energía antes de que requieran recargarse y así proveer, durante muchas horas, intensidades de corrientes eléctricas moderadas. Las baterías de plomo ácido son las más comunes para el empleo fotovoltaico, pero tienen precios elevados, por lo que se utilizan las baterías que ofrece el mercado automovilístico. Estas, sin embargo, no son muy recomendables para las aplicaciones fotovoltaicas. [11]

Parámetros de la batería:

- Tensión o voltaje nominal: 12V.
- Capacidad nominal: cantidad máxima de energía que se puede extraer de la batería, que se expresa en Amperios-hora (Ah) o Vatios-hora (Wh). Como la cantidad de energía que se puede extraer depende también del tiempo en que se efectúe el proceso de extracción, la capacidad suele referirse a varios tiempos de descarga.

- Profundidad máxima de descarga: valor porcentual. extraído de una batería plenamente cargada en una descarga. Los reguladores limitan esta profundidad y se calibran habitualmente para permitir profundidades de descarga de la batería en torno al 70%. Dependiendo de la máxima profundidad de descarga permitida, el número de ciclos de carga y descarga durante toda la vida útil de la batería será mayor o menor. El fabricante debe suministrar gráficas que relacionen el número de ciclos con la vida de la batería. [11]



Figura 3. 10. Baterías ME - AGM / GEL

Fuente: [12]

Los sistemas de acumulación son los que están conectados a las baterías que permiten el suministro eléctrico en periodos de escaso aprovechamiento de la radiación solar, dependiendo del consumo al que están conectados el siguiente esquema representa el tipo de suministro que requiere el presente proyecto.



Figura 3. 11. Sistema de Acumulación de Corriente directa y alterna (CC/CA)

Fuente: [6]

3.4.4. Controlador o regulador de carga

Dispositivo que controla la corriente de carga y descarga de las baterías mediante el monitoreo y ajuste permanente del voltaje máximo y mínimo proveniente del panel fotovoltaico, y en algunos casos por el control de la temperatura del banco de baterías. [9]

3.4.4.1.Regulador shunt o paralelo

El sistema consiste en un diodo zener y una resistencia disipadora de calor. Se utiliza para pequeñas instalaciones de generación fotovoltaica. Puede incorporar un diodo de bloqueo (si no lo tiene el panel), para impedir que la batería se descargue sobre el panel, cuando no hay generación de electricidad (cielo oscuro o noche). [14]

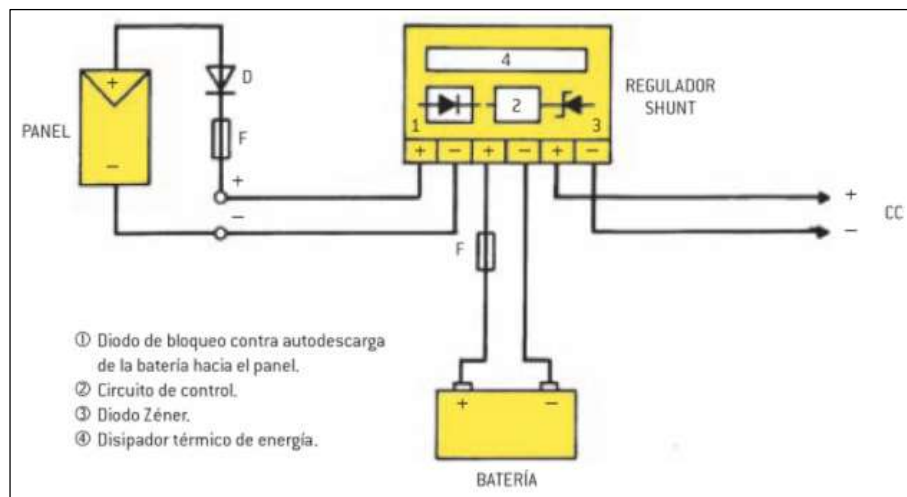


Figura 3. 12. Regulador shunt o paralelo

Fuente: [14]

3.4.4.2.Regulador serie

La desconexión del circuito de generación se hace por medio de un relé mecánico que está controlado por un elemento de control de carga, que abre su contacto cuando se ha cargado el equipo acumulador y que cierra su contacto cuando la batería o baterías inician la descarga. [14]

Este sistema no disipa energía, por lo que se emplea para instalaciones de mayor potencia de generación.

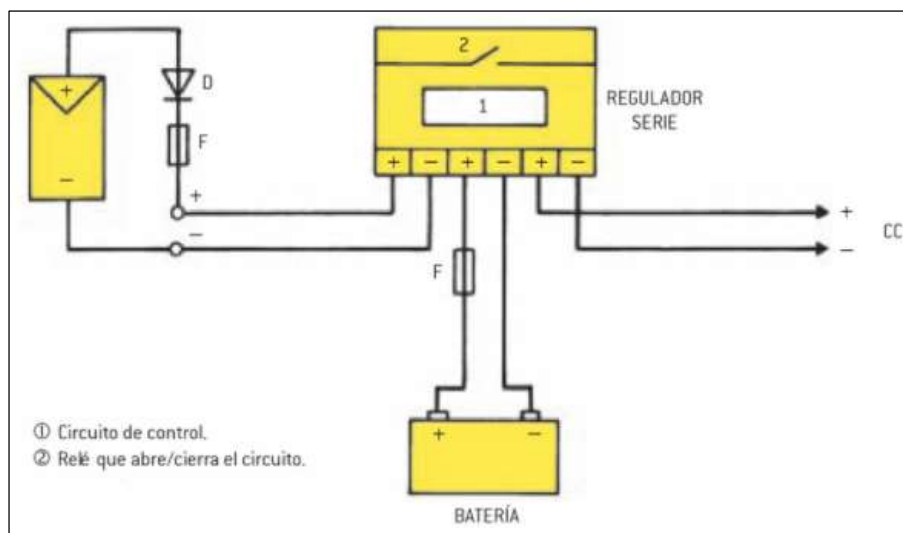


Figura 3. 13. Regulador serie
Fuente: [14]

3.5.Cercas Eléctricas

Uno de los grandes problemas que encontramos en la ganadería ha sido el manejo de los terrenos para pastoreo de los animales, especialmente en la construcción y mantenimiento de los cercos para lograr una buena rotación de los animales en cada uno de los potreros. Hoy gracias a los avances de la tecnología disponemos de un sistema de cercas eléctricas “Electro Shock”, el cual es una solución práctica y muy económica para obtener máximas ganancias de las subdivisiones de potreros.

El cerco eléctrico es una barrera que no deja salir a los animales que están pastoreando en un potrero debido a que el alambrado contiene pulsos eléctricos de poco amperaje que, en contacto con los animales, los asusta y hace retroceder. [16]

El alambrado eléctrico es más una barrera psicológica ya que los animales, al tener contacto con el alambre, no llegan a lastimarse y simplemente se asustan. También evita el ingreso de otros animales extraños al potrero que afecten al normal desarrollo de la producción de leche del ganado.

3.6.Elementos para la instalación del cerco eléctrico

3.6.1. Electrificadores alimentados con energía solar

Los Electrificadores con paneles solares deben situarse en zonas sin ningún tipo de sombra, pero buscando el lugar más húmedo posible para poder construir una buena toma de tierra.

Para mantener la carga de la batería en época de invierno y de poca radiación solar, se debe usar el electrificador en baja potencia. Además, suelen ser periodos en que el terreno está húmedo y no se necesita tanta energía. [18]

En el siguiente apartado se especifican las características de los electrificadores:

- Aparato de considerable potencia de las mismas características que el modelo HCR pero alimentado por placa solar S-10 de 10 W.
- Incluye el cargador CR-20 a 230 V. por si fuese necesario su uso en ausencia prolongada de sol.
- Dispone de dos potencias muy diferenciadas. En BAJA, proporciona una potencia similar a los aparatos alimentados a pila y la carga de la batería aguanta hasta 400 horas. En ALTA potencia la duración de cada carga es de 120 horas.

3.6.2. Aisladores

Robusto para cinta hasta 40 mm. de ancho, amarre con dos clavos o tornillos. No permite el deslizamiento de la cinta.



Figura 3. 14. Aislador

Fuente: [19]

3.6.3. Puesta a tierra

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles sin protección alguna, de una parte, del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo. [20]

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la norma UNE 21022.(anulada por UNE-EN 60228). [21]

4. METODOLOGÍA

La disponibilidad de la energía solar está condicionada por diversos factores de tipo climático y meteorológico, la investigación se basa en datos obtenidos físicamente en la finca para la determinación de la temperatura máxima absoluta y mínima absoluta, por tanto, la investigación tendrá un enfoque investigativo.

Para seleccionar, dimensionar y distribuir los elementos que conforman la cerca eléctrica se ha tomado en consideración las normas **IEC 60335 – 2 - 7 6** y **NEC-11 CAPITULO 14**, energías renovables.

4.1. Tipo de Investigación

• Investigación bibliográfica

Para lograr el objetivo del trabajo conlleva a revisar trabajos similares, como artículos, libros, revistas que permita el mejoramiento del cerco eléctrico con fuente de alimentación fotovoltaica.

• Investigación de campo

Los investigadores se trasladan al lugar in situ para obtener las condiciones necesarias e implementar el cerco eléctrico.

• Investigación experimental

Con los datos obtenidos en la finca se podrá realizar una comparación con información presente en las normativas.

4.1.1. Métodos.

Método científico

Al aplicar en todo el proceso de la investigación es decir desde el problema hasta el desarrollo de la propuesta

Método inductivo-deductivo

En el momento de la toma y registro de datos de la radiación solar a través de un pirómetro, el tiempo de carga de la batería y cuanta demora en descargarse. Esto permitirá proponer el tipo de material para la electrificación del cerco eléctrico.

4.1.2. Técnicas

Lectura científica

Para conocer sobre los avances de los elementos que pueden ser utilizados en el cerco eléctrico alimentado por energía fotovoltaica y mediciones realizadas por proyectos similares.

Observación

Para delimitar un área específica donde se desarrolle el proyecto y considerar aspectos adversos que puedan influenciar al trasladar el módulo de conversión fotovoltaica.

Medición

Para obtener datos reales y así dimensionar los elementos que se utilizaran en el funcionamiento del cerco eléctrico.

4.1.3. Instrumentos

Multímetro

Con este instrumento de medición apreciable en la figura 4.1, se mide el valor en voltaje de la tierra con respecto a la salida del cerco eléctrico, por normativa se debe tener un dato menor de 500V.



Figura 4. 1. Multímetro

Piranómetro

Dicho instrumento permite obtener el dato de la radiación solar como se muestra en la figura. 4.2, posee un cierto número de características las cuales se presentan en la tabla 4.1.



Figura 4. 2. Piranómetro

Tabla 4. 1. Características del piranómetro

Código	306211
Referencia	SM-206
Rango	1-3999W/m2(BTU)
Resolución	0.1W/m2
Exactitud	+ - 0.5 % de lectura
Funciones	Memoria pico, congelación de lectura
Características	Display LCD
Alimentación	Materia 9 VDC

4.2.Declaración de variables

Al disponer de un sistema de variables complejo facilita la investigación en su diseño, desarrollo y análisis de resultados.

Tabla 4. 2. Variable independiente

UNIDAD	VARIABLE	CATEGORÍAS	INDICADORES	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
m	Área Cerco fijo	Longitud	Metros	Medición	Flexómetro
W	Potencia Cerco	Trabajo	Watt	Investigación	Norma

Tabla 4. 3. Variable dependiente

UNIDAD	VARIABLE	CATEGORÍAS	INDICADORES	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
A	Corriente	Intensidad	Amperio	Medición	Amperímetro
V	Voltaje	Tensión	Voltio	Medición	Multímetro
W/m^2	Radiación	Radiación Solar	$Wh/día$	Medición	Piranometro
Ω	Resistencia del ganado	Resistencia	Ohmios	Calculo	Calculadora

4.3. Selección de alimentación para el cercado eléctrico

Para seleccionar los materiales útiles en la construcción del módulo de energía fotovoltaica, se realiza mediante el método Riba (2002), el que asimila dos tipos de criterios siendo:

Alternativas

a) Red Eléctrica pública; b) Energía Eólica; c) Energía Solar; d) Energía Hidráulica

Criterios

1. Fácil Instalación
2. Accesibilidad
3. Accesibilidad de costos
4. Eficiencia
5. Implementación con materiales existentes en el mercado

Jerarquización

La jerarquización para los criterios es de la siguiente manera: $1 = 2 > 3 = 4 = 5 > 6 > 7$

Valoración de criterios

- Cuando el criterio de las filas es superior al de las columnas
- 0.5 cuando el criterio de las filas es similar al de las columnas
- 0 cuando el criterio de las filas es inferior al de las columnas

Evaluación de criterios

La evaluación de los criterios se da en las siguientes maneras:

Tabla 4. 4. Evaluación de criterios

CRITERIO	Fácil instalación	Accesibilidad	Accesibilidad de costos	Eficiencia	Implementación con materiales del mercado	$\Sigma + 1$	Ponderado
FÁCIL INSTALACIÓN		1	1	1	1	6	0,285
ACCESIBILIDAD	0		0.5	1	1	4,5	0,214
ACCESIBILIDAD DE COSTOS	0	0		0.5	1	3,5	0,166
EFICIENCIA	0	0	0		1	3,5	0,166
CONSTANCIA ENERGÉTICA	0	0	0	0	1	2	0,095
IMPLEMENTACIÓN CON MATERIALES DEL MERCADO	0	0	0	0		1,5	0,071
TOTAL						21	1,00

Tabla 4. 5. Criterio de fácil instalación

FÁCIL INSTALACIÓN	Red Eléctrica	Energía Eólica	Energía Solar	Energía Hidráulica	$\Sigma + 1$	Ponderado
Red Eléctrica pública		0	1	0,5	2,5	0,25
Energía Eólica	1		1	1	4	0,4
Energía Solar	0,5	0		0,5	2	0,2
Energía Hidráulica	0,5	0	0		1,5	0,15
TOTAL					10	1,00

Tabla 4. 6. Criterio de accesibilidad.

ACCESIBILIDAD	Red Eléctrica	Energía Eólica	Energía Solar	Energía Hidráulica	$\Sigma + 1$	Ponderado
Red Eléctrica pública		0	1	0,5	2,5	0,227
Energía Eólica	1		1	1	4	0,363
Energía Solar	0	0		1	2	0,181
Energía Hidráulica	0,5	0	1		2,5	0,227
TOTAL					11	1,00

Tabla 4. 7. Criterio de accesibilidad de costos

ACCESIBILIDAD DE COSTOS	Red Eléctrica	Energía Eólica	Energía Solar	Energía Hidráulica	$\Sigma + 1$	Ponderado
Red Eléctrica pública		1	0,5	0,5	3	0,375
Energía Eólica	0		0,5	0	1,5	0,187
Energía Solar	0	0,5		0	1,5	0,187
Energía Hidráulica	0,5	1	1		3,5	0,437
TOTAL					8	1,00

Tabla 4. 8. Criterio de eficiencia

EFICIENCIA	Red Eléctrica	Energía Eólica	Energía Solar	Energía Hidráulica	$\Sigma + 1$	Ponderado
Red Eléctrica pública		0	0,5	0,5	0,2	0,213
Energía Eólica	1		1	1	4	0,421
Energía Solar	0	0		0,5	1,5	0,157
Energía Hidráulica	0,5	0	0,5		2	0,210
TOTAL					9,5	1,00

Tabla 4. 9. Criterio de Implementación

Implementación de materiales existentes en el mercado	Red Eléctrica	Energía Eólica	Energía Solar	Energía Hidráulica	$\Sigma + 1$	Ponderado
Red Eléctrica pública		0	0,5	0,5	2	0,2
Energía Eólica	1		1	1	4	0,4
Energía Solar	0,5	0		0,5	2	0,2
Energía Hidráulica	0,5	0	0,5		2	0,2
TOTAL					10	1,00

Tabla 4. 10. Análisis de criterios para la fuente de alimentación

CRITERIO	Fácil Instalación	Accesibilidad	Accesibilidad de costos	Eficiencia	Implementación con materiales existente en el mercado	$\Sigma + 1$	Ponderado
Red Eléctrica pública	0,075	0,076	0,070	0,08	0,08	1,381	0,230
Energía eólica	0,06	0,066	0,085	0,06	0,06	1,331	0,221
Energía solar	0,08	0,08	0,085	0,095	0,08	1,42	0,236
Energía hidráulica	0,09	0,075	0,065	0,08	0,08	1,39	0,231
TOTAL						6	1,000

En base a la investigación que se realizó, se ha optado por tomar como fuente la energía solar ya que cumple con las características de la tabla 4., para ser instalada y que entre en funcionamiento.

4.4. Funcionamiento de un cerco eléctrico

La funcionalidad de un cerco eléctrico debe tener como objetivo el formar una barrera para el pastoreo de animales, así fomentar el mantenerlos dentro de potreros y corrales. Su eficacia debe ser mayor al compararla con cercos de diferentes características.

4.4.1. Técnicas para la implementación de un cerco eléctrico

La técnica para la implementación del cerco es determinada por pasos que se deben seguir.

- Consumo estimado de la cerca eléctrica.
- Detalle de la potencia pico del sistema.
- Mediante la toma de mediciones con el pirómetro se detalla las horas pico, sobre la incidencia de radiación solar en el lugar de implementación de la cerca,
- Con el conocimiento adquirido del paso anterior, partir para conocer sobre las horas pico de radiación solar incidente en la finca.
- Posteriormente se verifica la cantidad de paneles solares que requiere el cerco eléctrico.

Selección del panel solar

- Una vez seleccionado el tipo de panel o tipos que necesitamos, se indaga sobre la incidencia solar que tendrá la superficie del panel.
- Conocimiento sobre la resistencia de los animales para pastoreo.
- Subsiguientemente se selecciona el equipo completo de la cerca eléctrica.
- Finalmente se realizará el montaje del equipo en la base, previamente construida

4.5. Dimensionamiento del cerco eléctrico

4.5.1. Consumo estimado

El consumo estimado de un cerco eléctrico debe partir desde el valor establecido en la norma IEC 60335-2-76, siendo 5W.

$$Cde = W \times \frac{h}{dia} \quad (4.1)$$

Donde:

Cde = Consumo por día. (Vatios).

W = Valor normado. (Vatios).

h/día = Tiempo de trabajo del cerco.

Cálculo del consumo energético de la cerca por mes.

$$Cme = \frac{Wh}{dia} \times \frac{dias}{mes} \quad (4.2)$$

Donde:

Cme = Consumo del mes

Wh/día = Consumo horas al día.

días/mes = Días de trabajo al mes.

4.5.2. Potencia pico necesaria

Al dimensionar la potencia pico, se obtendrá el valor máximo de trabajo que necesitará el cerco eléctrico.

Potencia necesaria para todo el sistema.

$$Ten = \frac{Cde}{0,75} \quad (4.3)$$

Al momento de obtener el consumo neto por día, según lo establecido en la norma con la que se está trabajando se considera 75% de rendimiento.

Dónde:

Ten = Total de energía que se necesita en el sistema.

Cde = Consumo estimado por día.

Días/mes = Días de trabajo al mes.

4.5.3. Horas pico

Mediante la utilización del pirómetro, reconocerá la incidencia solar con la que se debe realizar el dimensionamiento del módulo fotovoltaico.

En la tabla 4.4 proporciona información sobre la ciudad de Latacunga, para el dimensionamiento de la cerca eléctrica se debe considerar el relieve y la latitud que se encuentra en relación a la capital de la provincia de Cotopaxi.

Tabla 4. 11. Valores de insolación o radiación solar global para las provincias del Ecuador

PROVINCIA	CIUDAD	Wh/m/día	ZONA
Carchi	Tulcán	4220	II
Esmeraldas	Esmeraldas	4350	II
Imbabura	Ibarra	5250	IV
Manabí	Portoviejo	4650	III
Pichincha	Quito	5075	IV
Tsáchilas	Santo Domingo	4650	III
Cotopaxi	Latacunga	4800	IV
Napo	Tena	4350	II
Santa Elena	Salinas	4350	II
Guayas	Guayaquil	4513	III
Los Rios	Babahoyo	4650	III
Bolívar	Guaranda	4800	IV
Tungurahua	Ambato	4650	III
Chimborazo	Riobamba	4200	II

Pastaza	Puyo	4200	II
Cañar	Azogues	4500	III
Morona Santiago	Macas	4050	II
Azuay	Cuenca	4350	II
El Oro	Machala	4200	II
Loja	Loja	4350	II
Zamora Chinchipe	Zamora	4350	II
Galápagos	Puerto Ayora	5835	V

Fuente: [1]

Para lo cual el equipo de trabajo se trasladará al lugar de implementación, obteniendo datos informativos del lugar en específico.

Cálculo del consumo de horas pico de radiación solar

$$HSP = \frac{\text{Radiacion mas baja}}{\text{potencia nominal solar}} \quad (4.4)$$

Dónde:

HSP = Horas pico.

Radiación solar más baja = Toma de datos.

Potencia solar = Valor tomado de la normativa IEC

4.5.4. Número de módulos

Al determinar este dato es importante conocer el piso climático del sitio que se realiza el estudio para la implementación del cerco eléctrico.

Cálculo de la cantidad de paneles solares

$$\text{Número de módulos} = \frac{Ten}{HSP \times \eta \times \text{Potencia pico modulo}} \quad (4.5)$$

Dónde:

Número de módulos = cantidad de paneles necesarios.

Ten = Total de energía que se necesita en el sistema.

HSP= Horas pico.

η = Coeficiente de eficiencia emitido por el fabricante del panel.

Potencia pico modulo= Máxima potencia establecida por el fabricante del panel solar.

4.5.5. Selección del panel

Se considera la fabricación y tipo de panel para su selección incluyendo la potencia requerida y radiación existente.

- **Material de fabricación y estructura de los paneles solares fotovoltaicos**

En un sistema fotovoltaico podemos encontrar un conjunto de componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos que convergen para captar la energía solar y así poder transformarla en energía eléctrica utilizable. Para la selección de los paneles solares se puede adquirir de tres diferentes materiales. Para la fabricación de células fotovoltaicas el material más utilizado es el silicio, debido a su abundancia en la tierra. [17]

- **Silicio Monocristalino:**

Estas celdas están fabricadas en base a láminas de un cristal de muy alta pureza y estructura cristalina casi perfecta. El espesor aproximado de las láminas es de 1/3 a 1/2 milímetro, las cuales son cortadas de una gran barra o lingote monocristalino creado a una temperatura cercana a 1400° C, siendo este un proceso muy costoso. La eficiencia de estas celdas ha llegado hasta el 24,7% en laboratorio y a un 16% en paneles comerciales. Los paneles construidos con este tipo de tecnología son los más desarrollados del mercado, siendo garantizados por algunos fabricantes por hasta 25 años. [17]



Figura 4. 3. Panel solar monocristalino

Fuente: [17]

- **Silicio Policristalino:**

Las láminas policristalinas son fabricadas a través de un proceso de moldeo, para esto se funde el silicio y luego se vierte sobre moldes. Una vez que el material se ha secado, se corta en delgadas láminas. El proceso de moldeo es menos costoso de producir que el silicio mono cristalino, pero son menos eficientes, debido a que el proceso deja imperfecciones en la superficie de la lámina. La eficiencia de conversión alcanza valores alrededor del 19,8% en laboratorio y de 14% en paneles comerciales. [17]



Figura 4. 4. Panel solar Policristalino

Fuente: [17]

Selección del tipo de panel solar

La selección del tipo de panel solar se da en función de los cálculos de radiación solar conjuntamente con el método de evaluación de soluciones, sugerido por riba (2002), el cual se da en función a los siguientes parámetros.

Alternativas

a) Monocristalino

b) Policristalino

Criterios

a) Instalación

b) Costo

c) Eficiencia

d) Existencia en el mercado

Jerarquización

La jerarquización para los criterios es de la siguiente manera: $1 = 2 > 3 = 4 = 5 > 6 > 7$

Valoración de criterios

- Cuando el criterio de las filas es superior al de las columnas
- 0.5 cuando el criterio de las filas es similar al de las columnas
- 0 cuando el criterio de las filas es inferior al de las columnas

Evaluación de criterios

La evaluación de los criterios se da en las siguientes maneras:

Tabla 4. 12. Evaluación de criterios PV

CRITERIO	instalación	costos	eficiencia	existencia en el mercado	$\Sigma + 1$	ponderado
INSTALACIÓN		1	1	1	4	0,380
COSTOS	0,5		1	1	3,5	0,291
EFICIENCIA	0	0		1	2	0,190
EXISTENCIA EN EL	0	0	0		1	0,095
TOTAL					10,5	1,00

Tabla 4. 13. Criterio de instalación PV

Instalación	Monocristalino	Policristalino	$\Sigma + 1$	Ponderado
MONOCRISTALINO		0,5	1,5	0,5
POLICRISTALINO	0,5		1,5	0,5
TOTAL			3,00	1,00

Tabla 4. 14. Criterio de costo del PV

Costo	Monocristalino	Policristalino	$\Sigma + 1$	Ponderado
MONOCRISTALINO		0,5	1,5	0,5
POLICRISTALINO	0,5		1,5	0,5
TOTAL			3,00	1,00

Tabla 4. 15. Criterio de eficiencia del PV

Eficiencia	Monocristalino	Policristalino	$\Sigma + 1$	Ponderado
MONOCRISTALINO		0	1	0,333
POLICRISTALINO	1		2	0,666
TOTAL			3,00	1,00

Tabla 4. 16. Criterio de disponibilidad en el mercado del PV

Existencia en el mercado	Monocristalino	Policristalino	$\Sigma + 1$	Ponderado
MONOCRISTALINO		0,5	1,5	0,5
POLICRISTALINO	0,5		1,5	0,5
TOTAL			3,00	1,00

Tabla 4. 17. Análisis de selección del PV

Panel solar	Instalación	Costos	Eficiencia	Existencia en el mercado	$\Sigma + 1$	Ponderado
MONOCRISTALINO	0,085	0,085	0,09	0,085	1,345	0,501
POLICRISTALINO	0,085	0,085	0,08	0,085	1,335	0,4981
TOTAL					2,68	1,000

En base a la investigación que se realizó, se ha optado por utilizar el panel MONOCRISTALINO que cumple con los requerimientos esperados.

4.5.6. Energía solar incidente sobre el panel

Con el conocimiento sobre la fabricación de los paneles solares, se puede escoger el de mejor rendimiento para la energización del cerco eléctrico. Cálculo de la energía solar incidente sobre el panel

$$Q_{sol} = \frac{A_c * I_o * \cos \alpha}{Cde} \quad (4. 6)$$

Dónde:

Q sol: Energía solar incidente sobre el panel; [W]

Ac: Área de recolección del panel solar; [m]

I_o: Radiación promedio en pésimas condiciones climáticas; [W/m²]

cosa: Ángulo de incidencia solar

T_{en} = Total de energía que se necesita en el sistema.

4.5.7. Capacidad del acumulador

Dimensionado el panel solar es necesario dimensionar el acumulador o batería. Cálculo de la capacidad de carga de la batería.

$$CB = \frac{T_{en} \times \text{dias de autonomia}}{V \times pd} \quad (4.7)$$

Dónde:

CB= Capacidad de la batería (Amperios/hora)

V= voltaje nominal del panel fotovoltaico (voltios)

pd= Profundidad de descarga, establecida por el fabricante.

4.5.8. Selección del tipo de acumulador

La selección del tipo del acumulador se da en función de los cálculos, conjuntamente con el método de evaluación de soluciones, sugerido por riba (2002), el cual se da en función de los siguientes parámetros.

Alternativas

- a) Monoblock
- b) Ciclo profundo
- c) Litio

Criterios

- a) Instalación
- b) Costo

c) Eficiencia

d) Existencia en el mercado

Jerarquización

La jerarquización para los criterios es de la siguiente manera: $1 = 2 > 3 = 4 = 5 > 6 > 7$

Valoración de criterios

- cuando el criterio de las filas es superior al de las columnas
- 0.5 cuando el criterio de las filas es similar al de las columnas
- 0 cuando el criterio de las filas es inferior al de las columnas

Evaluación de criterios

La evaluación de los criterios se da en las siguientes maneras:

Tabla 4. 18. Evaluación de criterios de selección del acumulador

Criterio	Instalación	Costos	Eficiencia	Existencia en el mercado	$\Sigma + 1$	Ponderado
Instalación		1	1	1	4	0,380
Costos	0,5		1	1	3,5	0,291
Eficiencia	0	0		1	2	0,190
Existencia en el mercado	0	0	0		1	0,095
TOTAL					10,5	1

Tabla 4. 19. Criterio de Instalación del acumulador

Instalación	Monoblock	Ciclo profundo	Litio	$\Sigma + 1$	Ponderado
MONOBLOCK		0,5	0,5	2	0,333
CICLO	0,5		0,5	2	0,333
LITIO	0,5	0,5		2	0,333
TOTAL				6	1,00

Tabla 4. 20. Criterio de costo del acumulador

Costos	Monoblock	Ciclo profundo	Litio	$\Sigma + 1$	Ponderado
MONOBLOCK		0	0	1	0,166
CICLO	1		0	2	0,333
LITIO	1	1		3	0,5
TOTAL				6	1,00

Tabla 4. 21. Criterio de eficiencia del acumulador

Eficiencia	Monoblock	Ciclo profundo	Litio	$\Sigma + 1$	Ponderado
MONOBLOCK		0,5	0,5	2	0,333
CICLO	0,5		0,5	2	0,333
LITIO	0,5	0,5		2	0,333
TOTAL				6	1,00

Tabla 4. 22. Criterio de disponibilidad en el mercado del acumulador

Existencia en el mercado	Monoblock	Ciclo profundo	Litio	$\Sigma + 1$	Ponderado
MONOBLOCK		0	0	1	0,166
CICLO	1		0,5	2,5	0,416
LITIO	1	0,5		2,5	0,416
TOTAL				6	1,00

Tabla 4. 23. Análisis de selección del acumulador

Acumulador	Instalación	Costos	Eficiencia	Existencia en el mercado	$\Sigma + 1$	Ponderado
MONOBLOCK	0,08	0,09	0,08	0,09	1,34	0,33
CICLO	0,08	0,08	0,08	0,075	1,315	0,33
LITIO	0,08	0,07	0,08	0,075	1,305	0,32
TOTAL					3,96	1,000

La selección del tipo del acumulador se da en función de los cálculos, conjuntamente con el método de evaluación de soluciones, sugerido por riba (2002), siendo el tipo MONOBLOCK el seleccionado para el proyecto.

4.5.9. Selección del controlador

El control se debe seleccionar de acuerdo a las especificaciones técnicas del panel solar como la corriente de carga y la potencia, en el mercado existe una gran variedad, pero resulta innecesario el realizar una comparación del método de evaluación de soluciones, en base a lo mencionado con anterioridad.

4.5.10. Selección del energizador

El criterio que se debe tomar en consideración para la elección del energizador es únicamente el económico pues existen en el mercado una gran variedad de equipos electrificadores, y en su totalidad son construidos bajo la normativa que con la que se trabaja en el proyecto

4.5.11. Resistencia del ganado.

Mediante la investigación bibliográfica recopilada, se obtiene la capacidad en miliamperios que soportaría el bovino como se puede observar en la tabla 4.7

Tabla 4. 24. Variación de medida en miliamperios

Bobino	I= mA
1	10mA
2	15mA

3	22mA
4	28mA
5	30mA
6	40mA

Fuente: [17]

4.6. Selección del equipamiento del cercado

El electrificador se tendrá que seleccionar en base al panel solar, y a la resistencia del ganado de pastoreo, siendo los datos técnicos de cada equipo la guía para su adquisición. La varilla COPPERWELD que deberá ser la conexión a tierra estará regida a la normativa de trabajo con la que se ha realizado la investigación. Para seleccionar los aisladores, se debe considerar el aspecto técnico, mediante una investigación de mercado.

Tabla 4. 25. Tabla de cable SPT

CABLE COBRE SPT	
Temperatura	60°
Calibre del cable	Amperaje soportado
20 AWG	2 A
18 AWG	10 A
16 AWG	13 A
14 AWG	18 A
12 AWG	15 A

Fuente: [18]

4.6.1. Alambre para la cerca

Para seleccionar el alambre que estará colocado en la cerca fija y cerca móvil dependerá del área que sea utilizada para el pastoreo, y mediante la indagación de catálogos.

4.7. Fabricación de la base para el módulo fotovoltaico

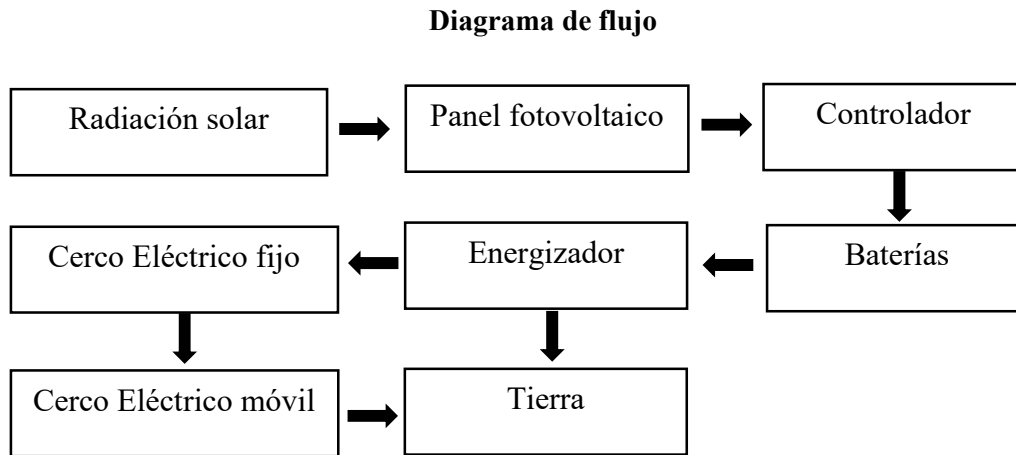
Al igual que los elementos que complementan la funcionalidad del cerco eléctrico, el material para la base del equipo fotovoltaico debe poseer aspectos técnicos que sean compatibles con la residencia del proyecto.

4.8. Conexión eléctrica

La conexión eléctrica se debe realizar mediante normas y cumpliendo la necesidad básica que refiere la conexión del cerco eléctrico.

4.9. Diagrama de flujo

Un diagrama de flujo podrá identificar el proceso que conlleva captar la radiación solar y transformación para alimentar el cerco eléctrico.



5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.

La disponibilidad de la energía solar está condicionada por diversos factores de tipo climático y meteorológico, basándose en datos proporcionados por la [6], los cuales se comparan con datos obtenidos en la finca para determinar la temperatura máxima absoluta y mínima absoluta.

Por tanto, para el análisis de la información es necesario conocer la aplicación final que tendrá el recurso solar los datos nos permitirá dar valores reales para determinación del número de paneles solares que se utilizará en la implementación del cerco eléctrico.

5.1. Análisis para el dimensionamiento.

5.1.1. Cálculo consumo estimado.

- **Consumo por día.**

Se calcula el consumo del día mediante la Ecuación (4.1)

$$Cde = 5 W \times 8 \frac{h}{dia}$$

$$Cde = 40 Wh/dia$$

- **Consumo mensual**

Se calcula el consumo mensual mediante la Ecuación. (4.2)

$$Cme = \frac{40 Wh}{dia} \times \frac{30 dias}{1 mes}$$

$$Cme = 1200 Wh/mes$$

5.1.2. Total, energía necesaria (Ten)

Se obtuvo los datos con la Ecuación (4.3)

$$Ten = \frac{Cde}{0,75}$$

$$Ten = \frac{40 Wh/dia}{0,75} = 53,33 Wh/dia$$

El valor de 53,33 Wh/día ayuda a escoger un panel solar del mercado.

5.1.3. Radiación solar disponible

Los datos obtenidos mensualmente mediante equipo de radiación solar por el pirómetro durante un mes apreciable en la figura 5.1, partiendo desde el mes de noviembre 2020 hasta el mes de enero 2021, se tuvo una radiación semejante a la establecida por la norma, al elegir un panel del valor obtenido en la Ecuación (4.3), no cumpliría con las demandas propuestas.

En la tabla 5.1 se refleja los valores desde el mes de noviembre 2020-enero 2021, donde existe una medición de radiación solar más elevada.



Figura 5. 1. Toma de radiación

Tabla 5. 1. Datos de radiación solar (noviembre-enero)

AÑO	MES	RADIACIÓN (Wh/m ²)				
		SEMANAS				
		1	2	3	4	5
2020	NOVIEMBRE	2194.6	2011.6	1984.6	2019.6	1983.3
2020	DICIEMBRE	1848.5	1901.4	1800.8	1954.6	1853.0
2021	ENERO	1956.6	2010.6	2156.8	1869.8	2284.7

Para el dimensionamiento del panel solar se tomará el valor más bajo obtenido por las mediciones llevadas a cabo en la finca.

Se compara los datos obtenidos con donde afirma que la provincia de Cotopaxi se encuentra en la región IV con un promedio de **4400 a 4800 Wh/m² /día**. La finca al estar ubicada e en el segundo

piso climático del ecuador que refiere a tener un clima templado, pero mayormente cubierto de una nubosidad de lluvia provoca en época invernal tener una radiación solar parcialmente baja.

5.1.4. Horas pico (hsp)

Se obtuvo los datos con la ecuación. (4.4)

EL mes más desfavorable de radiación por nubosidad, fue en diciembre 2020 con 1800.8 W/m². De forma que se dimensiona la instalación para las condiciones más desfavorables de insolación asegurándonos que cubra la demanda durante todo el año.

$$HSP = \frac{\text{Radiacion mas baja}}{\text{potencia nominal solar}}$$

$$HSP = \frac{1800.8 \text{ W/m}^2}{1000 \text{ W/m}^2}$$

$$HSP = 1.8 \text{ HSP}$$

Con el siguiente dato obtenido se tiene conocimiento de que la radiación que incide en la finca con un aspecto climático desfavorable será de 2 horas.

5.1.5. Cálculo de paneles solares necesarios.

Se realiza el cálculo para determinar el número de paneles mediante la ecuación (4.5), en función de las condiciones más desfavorables establecido en la tabla 5.2, según lo obtenido en el consumo neto de energía mediante la ecuación (4.3) que fue de 53.33 W. Se realiza el cálculo con un panel solar monocristalino de 70W.

$$\text{Número de módulos} = \frac{\text{Ten}}{\text{HSP} \times \eta \times \text{Potencia pico módulo}}$$

$$\eta = 0,8$$

$$\text{Número cde módulos} = \frac{53,33 \text{ W}}{1,8 \times 0,8 \times 70 \text{ W}}$$

$$\text{Número de módulos} = 0.52$$

El 0,52 asimila que el poner un panel de 70W es suficiente para abastecer la potencia que requiere la cerca eléctrica, con el presunto de incrementar la potencia necesaria será elegido un panel de la potencia inmediata superior elegida mediante la investigación de mercado, siendo de 120W.



Figura 5. 2. Panel solar adquirido

5.1.5.1. Características y beneficios del panel

Se escogió el panel PROSTAR PMS120W ENERGÍA DEL SOL PLACAS SOLARES 120W 12V MONOCRISTALINO posee:

- Mayor rendimiento energético y confiabilidad del sistema.

5.1.6. Incidencia solar sobre el panel

El área del panel la tenemos en datos específicos de fabricación, los cuales se reemplaza en la Ecuación. 4.6, lo es obtenida mediante el equipo adquirido.

$$Q_{Sol} = \frac{64,99m * 1800.8W/m^2 * \cos 30}{40Wh}$$

$$Q_{Sol} = 1462,9249 W$$

Se escoge el Ángulo de 45°, sin embargo, la estructura que abarca el panel puede corregir su ángulo según la incidencia solar.

5.1.7. Dimensionamiento del controlador

Al tener identificados los datos técnicos del panel solar, y la capacidad de carga necesaria para el funcionamiento del cerco eléctrico, se dimensiona controlador.

Los 7,20 amperios, valor máximo emitido por el panel solar es lo que se toma en consideración debido a que el controlador está conectado directamente, se adquirió el PWM SOLAR CHARGE

CONTROLLER como se muestra en la figura 5.3, y en la tabla 5.5 se valora las características técnicas.



Figura 5. 3. Controlador de carga

El controlador regula la carga a la batería, cuando esta al tope de almacenamiento energético, el equipo cierra un interruptor interno desconectando la batería dejándola sin alimentación.

5.1.8. Resistencia del ganado

Según [22], la resistencia del ganado se presentará en la instancia que este tenga contacto con el cerco se especifica en la tabla 5.5. con este dato podrá ser dimensionado el Energizador y en la tabla 4.7, se aprecia la capacidad de miliamperios.

Tabla 5. 2. Calculo de la resistencia del ganado

GANADO	Tensión de	Tensión de	Tensión de	Tensión de	Tensión de
GANADO 1	120 kΩ	180 kΩ	220 kΩ	300 kΩ	350 kΩ
GANADO 2	80 kΩ	120 kΩ	146,66 kΩ	200 kΩ	233,33 kΩ
GANADO 3	54 kΩ	81,81 kΩ	100 kΩ	136,36 kΩ	159,09 kΩ
GANADO 4	42,85 kΩ	64,28 kΩ	78,57 kΩ	107, 14 kΩ	125 kΩ
GANADO 5	40 kΩ	60 kΩ	73,33 kΩ	100 kΩ	116,66 kΩ
GANADO 6	30 kΩ	45 kΩ	55 kΩ	75 kΩ	87,5 kΩ

5.1.9. Dimensionamiento del energizador

Se dimensiona el energizador según un estudio de mercado, por su costo por su funcionalidad y por el rango de la distancia de cableado, se instala el cerco eléctrico a una distancia de 722m de las dos líneas de cercado. El energizador abastece hasta 5000 m. Además, posee tres distintos tipos de voltajes así pastoreará diferentes animales, los datos técnicos se aprecian en la tabla 5.5



Figura 5. 4. Energizador

5.1.10. Capacidad de los acumuladores

Con el dato de potencia de consumo por la cerca eléctrica y voltaje nominal del panel solar en la ecuación. (4.7), se dimensionará el acumulador para el sistema.

La Profundidad de descarga es un dato normalizado en un rango de 0,5- 0,8.

$$\text{Capacidad de carga} = \frac{53,3 \text{ Wh/día}}{12 \text{ V} \times 0.6}$$

$$\text{Capacidad de carga} = 7 \text{ Ah}$$

Mediante el cálculo se determinó la capacidad de carga para el acumulador requerido, el cual es 7Ah en base también a las dos horas pico de incidencia solar al día se considera dos BATERÍAS STV que se muestra en la figura 5.2, en la tabla 5.4 están detalladas las características del acumulador escogido para el sistema.



Figura 5. 5. Batería del sistema

5.2.Elementos del cerco fijo y móvil

5.2.1. Estacas Fijas y Móviles

Al seleccionar las estacas es necesario conocer el tipo de suelo destinado para el pastoreo como se puede observar en la figura 5.6, el cerco fijo se conformó por árboles y maderos, mientras que el cerco móvil fue diseñado experimentalmente por varilla de 1/2 pulgada, las cuales pueden ser extraídas y ubicadas según el criterio del propietario de la finca y aislada con manguera térmica, apreciables en la figura 5.7.



Figura 5. 6. Arboles destinados para la cerca fija



Figura 5. 7. Estaca de varilla con un aislante de manguera térmica

5.2.2. Aisladores

En el cerco fijo se planteó la utilización de dos hilos, al seleccionar el tipo de aisladores y templadores visualizados en las figuras 5.8 y 5.9, se consideró las características técnicas como se muestra en la tabla 5.6 y 5.7.



Figura 5. 8. Aislador instalado



Figura 5. 9. Templadores

5.2.3. Alambre

Debido a que la cerca está conformada por una parte fija y otra móvil se consideró diferentes tipos de alambres.

- El alambre para la cerca fija en la figura 5.10, se estableció según apreciaciones técnicas establecidas en la tabla 5.8.



Figura 5. 10. Alambre para el cerco fijo

El alambre para el cerco móvil es HILO ELECTROPLÁSTICO GALLAGHER apreciable en la figura 5.11, el cual se eligió por sus características especificadas en la tabla 5.9.



Figura 5. 11. Carrete de hilo poli eléctrico

5.2.4. Puesta a tierra

La puesta a tierra se realiza para la mejor circulación de energía y mayor eficiencia del cerco eléctrico, según la norma IEC 60335 - 2 - 76 se debe utilizar las puestas a tierras que precise el energizador, a una distancia de 10 metros bajo la excepción si fuera una malla.



Figura 5. 12. Varilla COPPERWELD para tierra

5.3. Construcción de la base para el módulo fotovoltaico

Realizado la selección de los elementos para el cerco fijo, cerco móvil, y los elementos del módulo fotovoltaico, se construye una base metálica, con el fin de ser el soporte de módulo fotovoltaico, como se muestra en la figura 5.13. Para captar la incidencia solar se debe considerar la variación angular del módulo para lo cual la estructura que soporta el panel se diseñó de tal forma que pueda variar su ángulo de inclinación como se muestra en la figura 5.14.



Figura 5. 13. Soporte del panel, batería, energizador y controlador



Figura 5. 14. Estructura para la inclinación del panel solar

5.4. Montaje y conexión de los equipos

Los equipos eléctricos se colocan en la estructura, donde se conectan entre sí como se muestra en la figura 5.13, la estructura cuenta con una base que protege a los elementos electrónicos de la lluvia polvo y demás irregularidades ambientales apreciable en la figura 5.14.

Como se observa en la figura 5.15 la conexión tiene una secuencia serial, podemos observar que el energizador está conectado a las baterías a los mismos puntos del controlador, esto es para que el energizador siempre esté alimentado directamente desde el panel fotovoltaico y el acumulador abastezca de energía cuando por motivos ambientales o por no mantener un mantenimiento preventivo al equipo deje de alimentar el cerco.

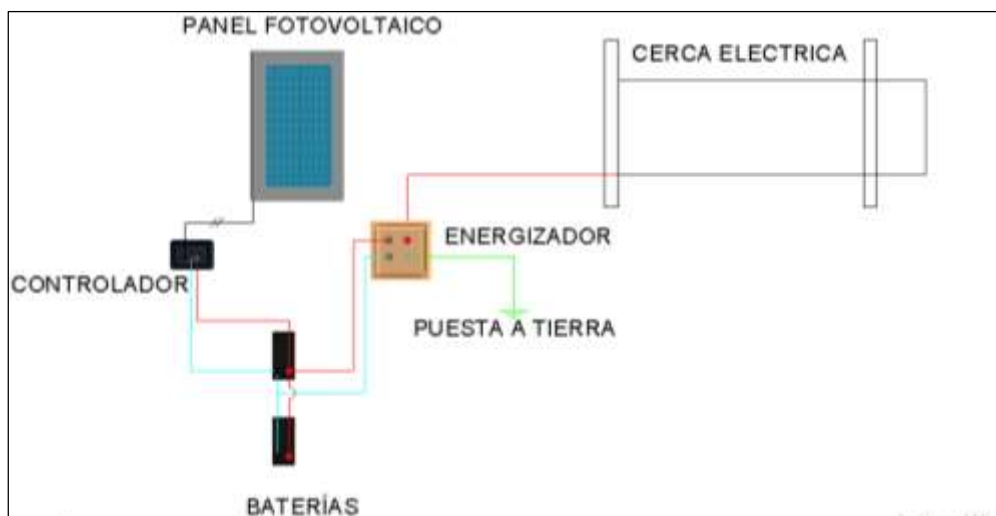


Figura 5. 15. Conexión de los equipos

5.5. Instalación del cerca fijo

Para la instalación de la cerca fija se escogió el potrero de pastoreo como se muestra en la figura 5.6, pero se debe conocer el área mostrada en la figura 5.16, para temprar el alambre escogido mostrado en la figura 5.10, por lo que es muy importante que los datos previamente recolectados del alambre sean los indicados.

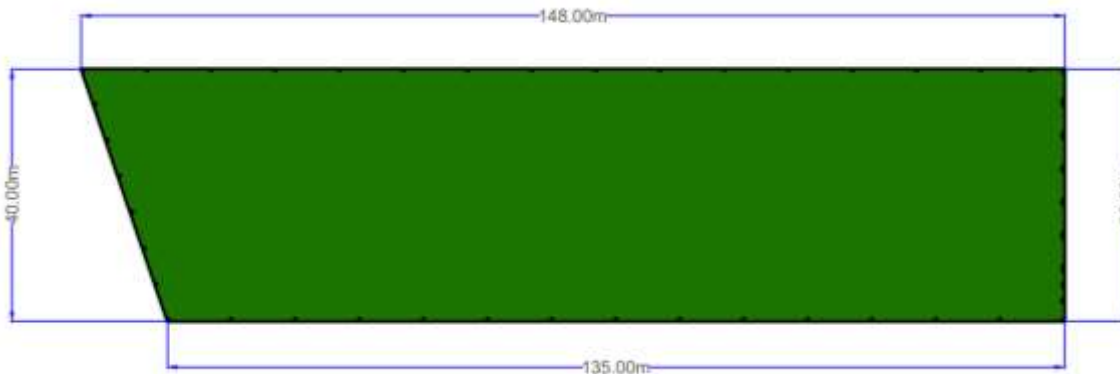


Figura 5. 16. Área de la cerca fija

El cerco fijo está constituido por dos líneas energizadas que cumplen dos funciones.

- Mantener un área permanente para pastoreo.
- Energizar a la cerca móvil la cual se moverá según la necesidad del propietario de la finca.

Las estacas para esta cerca están colocadas según la norma **IEC 60335 – 2 - 76**, que establece una distancia de 2 m a 15 m dependiendo del voltaje que expulse el energizador.

La distancia entre líneas energizadas según la norma es de diferentes medidas, la finca al constar de diversos animales de pastoreo se escogió una distancia desde el suelo a la primera línea de 0.60m y de la primera línea a la segunda línea de 0.60m.

5.6. Instalación de la cerca móvil

Previamente designada el área de pastoreo al ser muy amplia, se elige colocar una cerca móvil, para mantener en un sitio específico a los animales, esta cerca diseñada para poder ser retirada y colocada según el propietario, se energiza al conectarla a la cerca fija mediante unos lagartos.

La colocación entre postes de esta cerca se rige a la misma norma que se ha pronunciado en puntos anteriores, la distancia entre línea y línea está normalizada. En la figura 5.17 se puede apreciar un ejemplo de cómo subdividir el potrero en varias secciones.

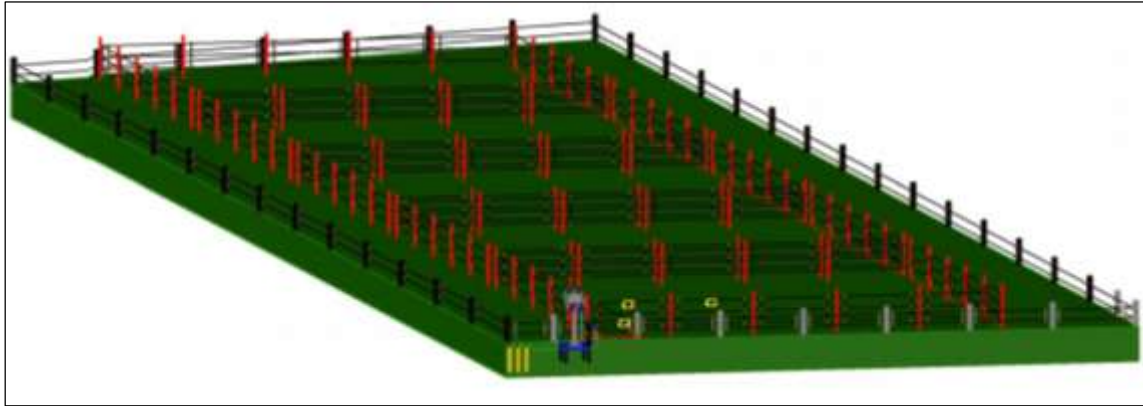


Figura 5. 17. Cerca móvil

5.7. Resultados obtenidos

Esperando tener un funcionamiento acorde a lo propuesto y que los elementos dimensionados sean adecuados se realiza una toma de mediciones con el equipo conectado entre sí.

- Como se observa en la figura 5.19 se acoplo la base con todo el equipo adquirido por los investigadores



Figura 5. 18. Montaje de los elementos a la base

- Como en la figura 5.18 se conecta el panel solar directamente al controlador, registrando un valor de alimentación a la batería de 13.7 con una variación de $\pm 0.5V$ en las figuras 5.19 y

5.20 se muestra un valor que oscila entre los 13.5 y 13.7 pese que el panel entregue más carga asegura un valor que no supere lo máximo permitido por la batería conservandola sin provocar ningún daño.



Figura 5. 19. Valores a la salida del panel y del controlador

- Al instalar el panel solar a un ángulo de 45° según la radiación solar que se tenía en ese momento, produciendo un voltaje de 24.2 V apreciable en la figura 5.19 este dato se lo midió con un multímetro digital., con una radiación solar directa semejante a la tabla 5.2 que especifica las características técnicas del panel solar, al transcurso de las horas la radiación bajo donde se obtuvo un voltaje de 19.5 V como se muestra en la figura 5.19.



Figura 5. 20. Valores a la salida del panel y del controlador

- El controlador al estar conectado directamente con la batería y energizador, este ejerce una función de elevar el voltaje a 8.000, 10.000 y 12.000 V así mismo tiene una salida de 100mA

teniendo un choque eléctrico cada 2 segundos aproximadamente medición tomada con un cronómetro digital como se muestra en la figura 5.21.



Figura 5. 21. Tiempo de choques del energizador

- El consumo del energizador tomando en cuenta que por choque eléctrico es de 100mA será de 2 Ah, en base a este dato como se muestra en la figura 5.21 se alimentó el cerco eléctrico solo con las dos baterías para constatar la autonomía del proyecto

5.8. Montaje en el lugar in situ



Figura 5. 22. Ubicación de la finca LA LUZ

Tras haber comprobado la factibilidad de todos los equipos se traslada a la finca LA LUZ ubicada en la provincia de Cotopaxi en el cantón Pujilí, parroquia Pilalo, ubicada en la reserva ecológica Los Ilinizas apreciables en la figura 5.22



Figura 5. 23. Puesta a tierra física

Una vez calculad la equivalencia de la puesta a tierra se realiza el procedimiento para ubicar la varilla COPPERWELD como se ve en la figura 5.23.



Figura 5. 24. Distancia entre postes del cerco fijo

En la figura 5.24 muestra el señalamiento para la ubicación de los postes de madera que corresponden al cerco fijo.

En las estacas para el cerco fijo se colocan los aisladores y templadores respetando el distanciamiento estipulado en las normas como se observa en la figura 5.25.



Figura 5. 25. Montaje del panel solar

La implementación del panel solar y demás elementos eléctricos, de acuerdo al dimensionamiento establecido, aportan las especificaciones técnicas esperadas en el dimensionamiento que se establece en el presente proyecto de investigación, dando como resultado un aporte energético amigable con el medio ambiente e incentiva a la producción y cuidado de ganado vacuno, en la finca La Luz.



Figura 5. 26. Montaje de los elementos en la base

En la figura 5.25 y 5.26 se observa el montaje del panel solar con orientación hacia el este, y la conexión de los elementos eléctricos.



Figura 5. 27. Puesta de la cerca móvil y conexión a la cerca fija

Al estar ubicada la cerca fija en toda el área estipulada se colocan los palitroques pertenecientes a la cerca móvil y luego se realiza la conexión entre ambas cercas como se aprecia en la figura 5.27.



Figura 5. 28. Programación del controlador

El controlador particularmente debe ser programado en valores de recepción de energía, fluctuación de voltaje hacia la batería y alimentación al energizador lo cual se puede observar en la figura 5.28.



Figura 5. 29. Ganado Vacuno dentro de la cerca

Tras realizar el montaje de todo el cerco fijo y móvil se traslada el ganado vacuno al perímetro apreciable en la figura 5.29.

6. ANÁLISIS DE IMPACTOS Y COSTOS

6.1. Análisis costos

6.1.1. Costos directos

Los detalles de costos que se utilizaron para la implementación del cerco eléctrico, y la construcción del soporte del equipo se detalla en la tabla 6.1.

Tabla 6. 1. Costo de Materiales

Equipo de alimentación eléctrica y cerco fijo y móvil			
DETALLE	CANTIDAD	V/U \$	V/T \$
Panel solar Monocristalino PROSTAR 120W/7.20A/12-22.5V	1	80.00	80.00
Controlador de carga 30A PWM PANEL SOLAR	1	39.90	39.90
Breaker de 20 Amperios	1	7.00	7.00
Batería 12V/ 7A. CASIL HIPERTEK	1	19.10	19.10
Electrificador de pulsos PREMIUM	1	70.00	70.00
Alambre triple acerado ADELCA	25 Kg	2.60	65.09
Aislador con perno incluido pequeño ÑAP	40	0.29	11.44
Templador con perno incluido pequeño ÑTP	40	0.38	15.36
Cable sólido #12AWG INCABLE	20 mts	0.33	6.62
Varilla COPERWELL1,2m*1/2 + conector	2	4.02	8.04
Letrero de prevención CERCA ELÉCTRICA	20	1.96	39.20
Estacas de varilla de ½ pulgada	25.00	2.00	50.00
SUB TOTAL			411.75
Herramientas de conexión			
Alicate	2	4	8.00
Destornillador plano	2	1.50	3.00
Destornillador estrella	2	1.50	3.00
Manguera Corrugada de 1 pulgada	3 metros	0.50 metro	1.50
Canaleta adhesiva de 1 pulgada	1	2	2.00
Borneras	20	0.10	2.00
Amarras plásticas	1 paquete	2	2.00

Lagartos de Conexión	2	0.25	0.50
SUB TOTAL			22.00
Construcción de la Base			
Ángulo 40mm*40mm*e3.16mm	1	18.00	18.00
Tubo redondo de 30mm*e2mm	1	16.00	16.00
Ángulo de 2mm*2mm*e2mm	1	8.00	8.00
Tubo de 50mm*e2mm	1	10.00	10.00
Plancha de acero 80cm*20cm*e3mm	1	10.00	10.00
Plancha de acero 23cm*23cm*e6mm	1	5.00	5.00
Tol galvanizado 16cm*20*cm*e1.5mm	1	2.00	2.00
Tabla triplex 90cm*80cm*e9mm	1	5.00	5.00
Perno de 1/2*1 1/2pul	4	0.50	2.00
Tornillos autorroscantes	16	0.05	0.80
Perno de 3/8 *4pul	1	1.00	1.00
Perno de 3/8*1pul	1	0.25	0.25
Perno de 1/4 * 3/4 pul	1	0.10	0.10
Rodela 3/4	2	0.10	0.20
Pintura anticorrosiva	1 litro	5.00	5.00
Tiñer	1 litro	1.50	1.50
Varilla de 3/8 redonda	1	6.00	6.00
Electrodo 6011	1 paquete	14.00	14.00
SUB TOTAL			104.85

Tabla 6. 2. Costo Directo

COSTO DIRECTO	Precio \$
Equipo de alimentación eléctrica y cerco fijo y móvil	411.75
Herramientas de conexión	22.00
Construcción de la Base	104.85
SUB TOTAL	538.60

6.1.2. Costo de mano de obra

Los detalles de costos que se utilizó para la colocación de los postes de madera en el área del cerco fijo tabla 6.3.

Tabla 6. 3. Costo de mano de obra

MANO DE OBRA				
DETALLE	CANTIDAD	# HORAS	#V.HORA	V.TOTAL
Trabajador	2	10	2.00	40.00
SUB TOTAL				40.00

6.1.3. Costo indirecto

Los gastos más importantes se detallan en la tabla 6.4.

Tabla 6. 4. Costo de material indirecto

MATERIAL INDIRECTO			
DETALLE	CANTIDAD	V/U \$	V.TOTAL \$
Transporte	60	3.00	180.00
Ingeniería en detalle e investigación	6	10.00	60.00
Servicios Básicos	1	140.00	140.00
SUB TOTAL			380.00

6.1.4. Inversión total

Los gastos de la inversión en la implementación y estudio en la fincase detalla en tabla 6.5.

Tabla 6. 5. Costo de la inversión total

DETALLE	VALOR TOTAL \$
Material directo	524.60
Mano de obra	40.00
Material indirecto	380.00
INVERSIÓN TOTAL	958.60

La inversión total del proyecto es de 958,60 dólares, cabe mencionar que el transporte representa el 21% de gastos totales.

6.2. Impactos

6.2.1. Impacto práctico

El cerco eléctrico mixto permite dividir un lote de terreno grande a sub áreas de pastoreo más pequeñas, lo que mantiene al ganado en un equilibrio de crianza y en un sitio más reducido mejorando la utilización de espacios para otras labores.

6.2.2. Impacto simbólico

La finca LA LUZ pretende volverse un sitio turístico sustentado por energías alternativas, un cerco eléctrico a base de incidencia solar es uno de los muchos cambios que se pretende realizar en este lugar.

6.2.3. Impacto tecnológico

El cerco eléctrico por incidencia solar permite presidir el gasto energético que sustentan compañías de luz siendo un egreso menos, potenciando el uso de energías alternativas para otras actividades, inutilizando postes de interconexión eléctrica domiciliaria y el uso de generadores de combustión.

6.2.4. Impacto ambiental

Al utilizar energía solar, permite conservar la biodiversidad afectada por la instauración de energías no renovables y transporte, reduce el uso del suelo permitiendo el desarrollo de la flora y fauna, la finca está ubicada en la reserva natural LOS ILINIZAS conservando su biodiversidad y el hogar de muchas especies de animales ahí encontradas.

6.2.5. Impacto epistemológico

Permite enfocar la utilización de diferentes tipos de energía, potenciando la investigación a la utilización de recursos renovables.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

- Se analizó el potencial de radiación en el sector de la finca LA LUZ, y se obtuvo un valor de 1800.0 Wh/m^2 , el mismo que es suficiente para en la implementación del proyecto.
- Mediante cálculos por la norma NEC 11 CAPITULO 14, que refiere a la selección del equipo para módulo de conversión fotovoltaica, se realizó el dimensionamiento del Panel solar, número de paneles, acumulador, y así obtener la autonomía de 8 horas solicitadas.
- Con la norma IEC 60335-2-76, se elige los componentes de la cerca como las estacas y elementos como energizador, controlador, alambres, aisladores su construcción son aprobadas por la misma norma.
- Con la matriz de criterio se optó por escoger el tipo de alimentación que se utilizó en el proyecto, siendo la energía solar la mejor opción, también con la misma matriz se puede elegir el material ideal para la construcción del cerco eléctrico.
- En la implementación del cerco se obtuvo un voltaje que varía según la radiación solar siendo entre 19 a 24 voltios, controlando el ingreso de voltaje y corriente al energizador mediante el regulador.

7.2. Recomendaciones

- Es recomendable el dimensionamiento de los equipos respetando una normativa vigente en la región con datos reales realizando una comparación con los emitidos por las normas escogidas.
- Para que el cerco eléctrico tenga una mejor calidad de funcionamiento los equipos deben ser comparados entre sí según sus especificaciones técnicas, familiarizándose con manuales con el fin de que las conexiones sean aptas para concluir su vida útil.
- Se recomienda que los animales destinados dentro del cerco eléctrico estén desde muy jóvenes para que puedan adaptarse a este tipo de confinamiento.
- Para la programación del controlador se debe tomar en cuenta los tres aspectos que son el voltaje de entrega a la batería, voltaje de entrega al energizador y con qué porcentaje se cargue la batería cuando esta esté consumiendo.
- Es preferible colocar un breaker de protección a la salida del controlador, con la finalidad de interrumpir la alimentación y realizar un mantenimiento del equipo y traslado de la cerca móvil.

8. REFERENCIAS

- [1] Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, «Balance Energético Nacional 2013,» 2013. [En línea]. Available: <http://historico.energia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/03/Balance-Energetico-Nacional-2013-ilovepdf-compressed.pdf>.
- [2] IEA, «Electricity demand and supply in Americas in 2020,» International Energy Agency, 12 2020. [En línea]. Available: <https://www.iea.org/reports/electricity-market-report-december-2020/2020-regional-focus-americas#abstract>.
- [3] Muñoz-Vizhñay, J; Rojas-Moncayo, M; Barreto-Calle, C, «Incentivo a la generación distribuida,» *INGENIUS Revista de Ciencia y Tecnología*, vol. 19, pp. 60-68, Junio 2018.
- [4] WORD ENERGY COUNCIL, «World Energy Trilemma Index,» 8 Octubre 2020. [En línea]. Available: https://www.worldenergy.org/assets/downloads/World_Energy_Trilemma_Index_2020_-_REPORT.pdf. [Último acceso: 2021 2 5].
- [5] Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, «BALANCE ENERGÉTICO NACIONAL 2016,» 2016. [En línea]. Available: <http://historico.energia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/03/Balance-Energetico-Nacional-2016-ilovepdf-compressed.pdf>.
- [6] Toapanta R, Hidalgo J., "ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE UNA PICO CENTRAL HÍBRIDA SOLAR EÓLICA PARA GENERAR 500W EN LA HACIENDA “LA MERCED” UBICADA EN EL BARRIO SANTA ANA DEL PEDREGAL, PARQUE NACIONAL COTOPAXI EN EL PERIODO 2014”, Latacunga, 2016.
- [7] Tocte-Chacha W., “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICO HÍBRIDO, MEDIANTE EL USO DE ENERGÍAS SOLAR-EÓLICA, PARA LA EXTRACCIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA PARA EL

ABREVADERO DE LA VILLA TOTORAS, COMUNA WINTZA, CANTÓN LATACUNGA AÑO 2014.”, Latacunga, 2014.

- [8] P. R. Guerrero, UF0150: Replanteo y Funcionamiento de las instalaciones solares y fotovoltaicas. ENAE0108, Segunda ed., Málaga: IC Editorial, 2017.
- [9] S. S. Abubakar, «World Energy Insight 2012,» 2012. [En línea]. Available: https://www.worldenergy.org/assets/downloads/PUB_World-Energy-Insight_2012_WEC.pdf.
- [10] CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR 2008, «Biosfera, ecología urbana y energías alternativas,» 2008. [En línea]. Available: <http://historico.energia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/07/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador.pdf>.
- [11] NEC 11, NORMA ECUATORIANA DE CONSTRUCCIÓN - ENERGÍAS RENOVABLES, Quito, 2011.
- [12] V. M. Moro, Instalaciones solares fotovoltaicas, Ediciones Paraninfo, S.A., 2018.
- [13] A. M. Pareja, Energía solar fotovoltaica, Segunda ed., Barcelona: Ediciones Técnicas Marcombo, 2010.
- [14] Bornay, «Modulos solares Victron Energy Monocristalinos.,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.bornay.com/es/productos/victron-energy/monocristalinos>.
- [15] Bornay, «Modulos solares Victron Energy Policristalinos.,» Bornay, 2017. [En línea]. Available: <https://www.bornay.com/es/productos/paneles-solares/policristalinos>.
- [16] J. Vega-de- Kuyper, Principios y aplicaciones de la energía fotovoltaica y de las baterías, Santiago: Edicionesuc.cl, 2018.
- [17] Bornay, «BATERÍAS ME,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.bornay.com/es/productos/baterias-me/agm-gel>.

- [18] V. J. Roldan, Necesidades energéticas y propuestas de instalaciones solares, España: Paraninfo. S.A, 2011.
- [19] FAO, «Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura,» 2021. [En línea]. Available: <http://www.fao.org/3/a-bc982s.pdf>.
- [20] INOAPEL, «Electrificadores alimentados con energía solar,» 2001. [En línea]. Available: <https://www.ionapel.com/prod05.html>.
- [21] IONAPEL, «Aisladores,» 2001. [En línea].
- [22] M. J. Trashorras, Guía Técnica de aplicación del REBT, España, 2019.
- [23] UNE 21002, CTN 211/SC 20 - CABLES ELÉCTRICOS, 2005.
- [24] D. G. Chochos Hernandez y J. V. Veloz Muñoz, «IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SOLAR PARA EL CALENTAMIENTO DE AGUA DE USO DOMESTICO,» 2019.
- [25] Construyendo.co, «Cables eléctricos,» 2021. [En línea]. Available: <https://construyendo.co/electricidad/cable-electrico.php>.
- [26] S. Toapanta Aguilar y J. Hidago Guerrero , «ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE UNA PICO CENTRAL HÍBRIDA SOLAR EÓLICA PARA GENERAR 500W EN LA HACIENDA “LA MERCED” UBICADA EN EL BARRIO SANTA ANA DEL PEDREGAL, PARQUE NACIONAL COTOPAXI EN EL PERIODO 2014,» Latacunga, 2016.
- [27] A. Alarcón, ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA, 1 ed., España: EDITORIAL ELEARNING S.L, 2021.
- [28] World Energy Resources, «Charting the Upsurge in Hydropower Development 2015,» World Energy Council, 2015. [En línea]. Available: https://www.worldenergy.org/assets/downloads/World-Energy-Resources_Charting-the-Upsurge-in-Hydropower-Development_2015_Infographic1.pdf.

- [29] Bornay, «INVERSORES SCHNEIDER ELECTRIC,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.bornay.com/es/productos/inversores-schneider-electric/prosine>.
- [30] NEC, NEC2011-Cap14-EnergiasRenovables, Quito, 2011, p. 56.
- [31] W. D. V. LLANO, Implementación de un prototipo de un cerco electrico para protección de ganado utilizando energía solar y envío de mensajes cuando exista una violación del sistema, Riobamba, 2018, p. 101.

ANEXO I

Tabla I. 1. Especificaciones técnicas del panel solar utilizado

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
TIPO	MONOCRISTALINO
Potencia Máxima Nominal (Pmax)	120 W
Tolerancia De Poder	0 - +5 W
Abra el Circuito de Voltaje (Voc)	22.5 V
Max. Poder de Voltaje (Vmp)	18 V
Corriente de Corto Circuito (Isc)	7,20 A
Max. Corriente de Poder (Imp)	6,67 A
Max. Voltaje del Sistema	1000 V
Max. Clasificación del fusible en serie	15 A
Peso	6.5 Kgs
Dimensión	670*970*30 mm
Eficiencia	18.46 %

Tabla I. 2. Especificaciones técnicas de la batería

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA BATERÍA	
Voltaje	12 V
Corriente	7 Ah
Carga de voltaje constante	25 °C
Uso cíclico	14.5-14,9 V
Uso en espera	13.6-13.8 V
Corriente Inicial	2,1 A
Dimensiones	15.10 (L) x 6.5 (W) x 9.4 (H) cm
Peso	2.05 Kg

ANEXO I

Tabla I. 3. Características técnicas del controlador de carga

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
Voltaje de la batería	12V / 24V Auto
Corriente de carga	30A
Corriente de descarga	30A
Panel Solar Máx. entrada	<50V
Ecuilibración	14.5V / 29V
Tensión de flotación	13.7V / 27.4V
Cierre de descarga	10.7V / 21.4V
Descarga reconexión	12.6V / 25.2V
Salida USB	5V/0.8A
Autoconsumo	< 10mA
Modo control	PWM
Temperatura de funcionamiento	-35°C ~ +60°C
Dimensiones (L x P x A) mm	150 x 78 x 35
Peso	150g

Tabla I. 4. Características técnicas del aislador

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
Aislador	Esquina
Varilla roscada	480 mm
Uso	Cerco eléctrico
Material	Polietileno protegido contra los rayos UV
Densidad	Alta
Aíslo	15000 V
Soporta	Hasta los 80 Kg. de tensión

ANEXO I

Tabla I. 5. Características técnicas del energizador

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
Tensión de alimentación:	127/220 VAC
Frecuencia nominal	50 - 60 Hz
Consumo	4,5 watts
Energía emitida	< 0,3 Joules
Salida del cargador	13,8 VCC
Batería recomendada	12V/7A/h
Salida de la sirena	13,3 VCC @ 0,250A
Salida LED	13,3 VCC @ 0,100A
Salida por pulsación	100mA
Tensión de pulso pico a pico ajustable	8.000 V, 10.000 V, 12.000 V
Pulsos por minuto	+/- 49
Índice de protección	IPX4
Soporta	Hasta 3100 metros lineales de alambre

Tabla I. 6. Características técnicas de los aisladores

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
Aísla	15000 V.
Soporta	60 kg de tensión
Estufa- pernos	3/16 x 2 "
Tuerca	3/16 tropicalizado.

ANEXO I

Tabla I. 7. Características técnicas del alambre

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
Resistencia	NORMAL
Diam. Nominal	1.25 mm
Sello De Calidad	INEN
Recub.	REGULAR
Peso Rollo	20 Kg
NTE INEN	2201
Metros	750 m

Tabla I. 8. Características técnicas del hilo polieléctrico

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
Modelo	R326019
Material	Plástico virgen con protección UV, cables de acero inoxidable
Espesor	Hilo 3.2 mm
Largo del bobinado	200 m
Color:	Blanco
Empaque	1 cono 200 m

Tabla I. 9. Características técnicas de la varilla COPPERWELD

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
Cobre	C11000
Conductividad eléctrica	Alta min 100% IACS a 20°C
Conductividad Térmica	Alta 0.934 CAL/ cm2/ °C/ sec (20°C) a 101% IACS
Doblez	120°C sin fisuras ni desprendimientos
Dimensión	1,2 M * 1/2

Norma ANDREOTTI
S.A. CAS PAVLICH
S.R.L. ITALIA
P.O. Box 100
10100 TORINO

Anexo BB (normativo) _____

Instrucciones para la instalación y conexión de cercos eléctricos _____

BB.1 Requisitos para cercos eléctricos para animales _____

Los cercos eléctricos para animales y su equipo auxiliar deberán instalarse, operarse y mantenerse de manera de minimizar el peligro para personas, animales o el medio circundante. _____

Se evitarán las construcciones de cercos eléctricos para animales con probabilidad de que produzcan que los animales o personas queden atrapados. _____

No se proveerá un cerco eléctrico para animales que se alimente de dos energizadores separados o de circuitos de cerco independientes del mismo energizador. _____

Para dos cercos eléctricos de animales separados, cada uno alimentado por un energizador diferente temporizado independientemente, la distancia entre los alambres de los dos cercos eléctricos será como mínimo de 2 m. Si esta brecha tuviera que cerrarse, esto se efectuará mediante material eléctricamente no conductivo o una barrera metálica aislada. _____

El alambre de púa o el alambre concertina no deberá ser electrificado por un energizador. _____

Un cerco no electrificado que incorpore alambre de púa o alambre concertina puede utilizarse para soportar uno o más alambres compensados electrificados de un cerco eléctrico de animales. Los dispositivos soporte de los alambres electrificados serán construidos de modo tal de asegurar que estos alambres estén posicionados a una distancia mínima de 150 mm respecto del plano vertical de los alambres no electrificados. El alambre de púa y el alambre concertina llevarán conexión a tierra a intervalos regulares. _____

Respecto de la puesta a tierra, deberán seguirse las recomendaciones del fabricante del energizador. _____

Deberá mantenerse una distancia de como mínimo 10 m entre el electrodo de tierra del energizador y las partes conectadas de cualquier otro sistema de tierra como la tierra protectora del sistema de alimentación eléctrica o la tierra del sistema de telecomunicaciones. _____

Los cables conectores dentro de los edificios deberán ser efectivamente aislados de las partes estructurales del mismo con bajada a tierra. Esto puede conseguirse utilizando cable aislado de alta tensión. _____

Los cables conectores subterráneos serán desplegados en conductos de material resistente o en su defecto se utilizará cable de alta tensión aislado. Debe tenerse cuidado de evitar dañar los cables conductores debido a los efectos de las pezuñas de animales o de las ruedas de tractor que se hunden en la tierra. _____

Los cables conectores no se deberán instalar en el mismo conducto que el cableado de alimentación de línea, o los cables de comunicación o de datos. _____



Figura II. 1. Norma IEC 60335-2-76

INGENIERO
 CONSULTOR
 C.R. 12345
 C.R. 12345-1234
 C.R. 12345-1234

Los cables conectores y los alambres de cercos eléctricos de animales no deberán cruzar por arriba de las líneas aéreas de transmisión eléctrica o de comunicación. _____

Se evitará en todo lo posible el cruce con líneas eléctricas aéreas. Si el cruce no puede ser evitado se realizará por debajo de la línea eléctrica y tanto como sea posible a ángulos rectos respecto de ella. _____

Si los cables conectores y los alambres de cercos eléctricos de animales son instalados cerca de una línea eléctrica aérea, la distancia respecto de la misma no será inferior a las indicadas en el Cuadro BB1. _____

Cuadro BB1 – Distancias mínimas a líneas eléctricas para cercos eléctricos para animales

Tensión de la línea eléctrica V	Distancia m
≤ 1 000	3
> 1 000 y < 33 000	4
> 33 000	6

Si los cables conectores y los alambres de cercos eléctricos de animales son instalados cerca de una línea eléctrica aérea, la altura de los mismos sobre la tierra no será mayor de 3 m. _____

Esta altura se aplica a cualquier costado de la proyección ortogonal de los conductores más exteriores de la línea de alimentación sobre la superficie de la tierra, para una distancia de _____

- 2 m para líneas eléctricas que operan a una tensión nominal no mayor de 1 000 V;
- 15 m para líneas eléctricas que operan a una tensión nominal superior a 1 000 V.

Los cercos eléctricos de animales destinados a disuadir pájaros, para contención de mascotas domésticas o para el adiestramiento de animales como vacas sólo necesitan ser abastecidos desde energizadores de baja potencia para obtener una performance satisfactoria y segura. _____

En los cercos eléctricos de animales destinados a disuadir pájaros de hacer nidos en edificios, no se conectará un alambre de cerco eléctrico al electrodo de tierra del energizador. Se colocará un cartel de advertencia en cada punto donde las personas puedan acceder fácilmente a los conductores. _____

Cuando un cerco eléctrico de animales cruce una vía pública, se incorporará una compuerta no electrificada en el cerco eléctrico de animales en el punto o se proveerá un cruce con peldaños. En un cruce tal, los cables electrificados adyacentes tendrán carteles de advertencia. _____

Cualquier parte de un cerco eléctrico de animales que este instalado a lo largo de un camino o vía pública será identificado a intervalos frecuentes mediante carteles de advertencia sujetos firmemente a los postes del cerco o a los alambres del cerco. _____

El tamaño del cartel de advertencia será de como mínimo 100 mm x 200 mm. _____

El color de fondo de ambos lados del cartel de advertencia será amarillo. La inscripción en el cartel será en negro y con cualquiera de los siguientes textos: _____



Figura II. 2. Norma IEC 60335-2-76

|

PLANOS DE CONSTRUCCIÓN

IMÁGENES DE IMPLEMENTACIÓN

ANEXO IV



ANEXO IV



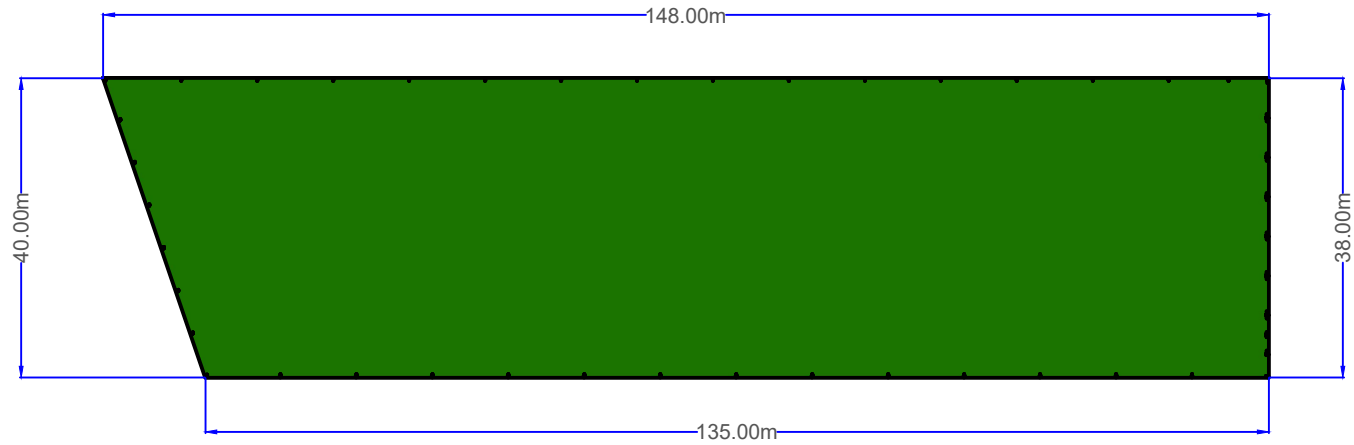
ANEXO IV



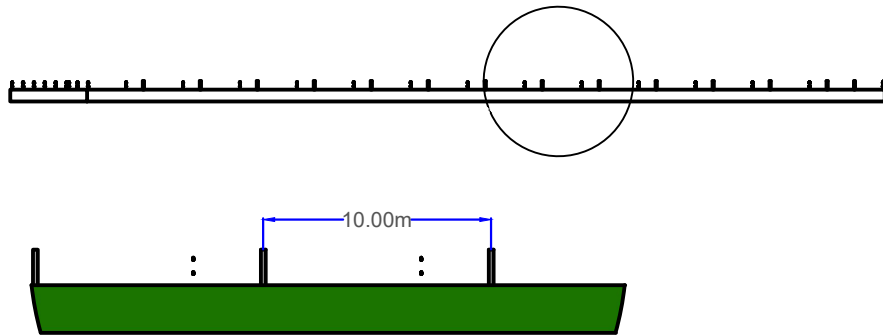
ANEXO IV



VISTA SUPERIOR

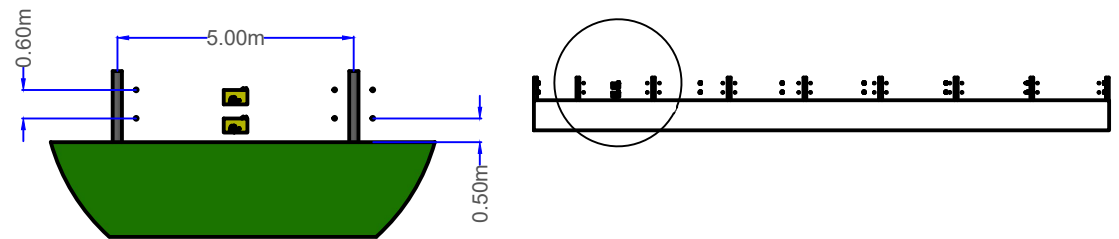


VISTA DERECHA



DETALLE B
SCALE 3/8" = 1'-0"

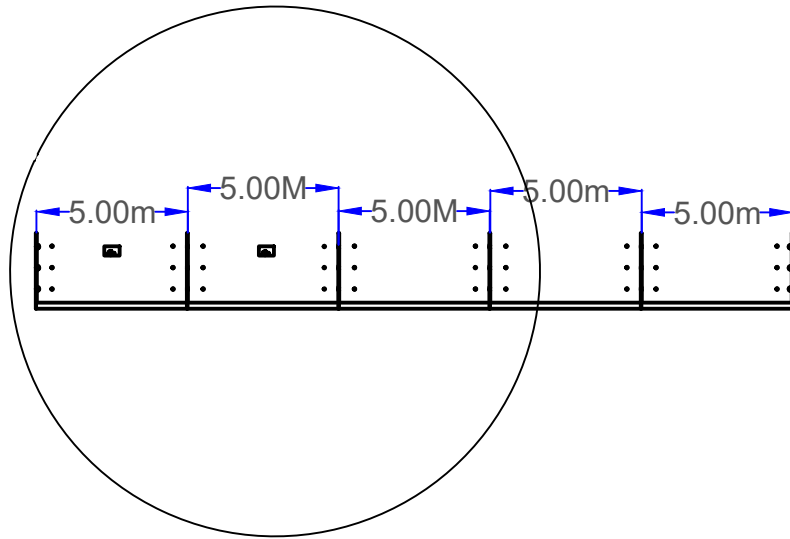
VISTA FRONTAL



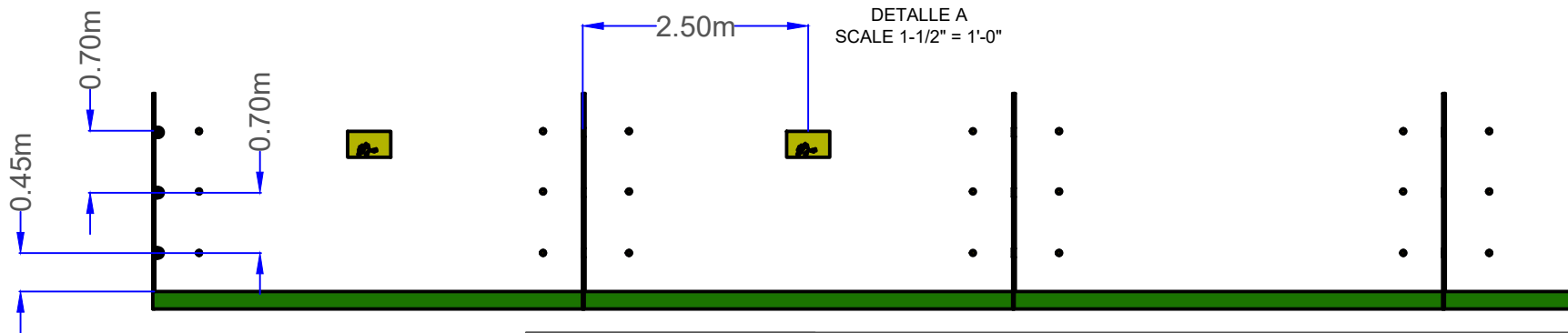
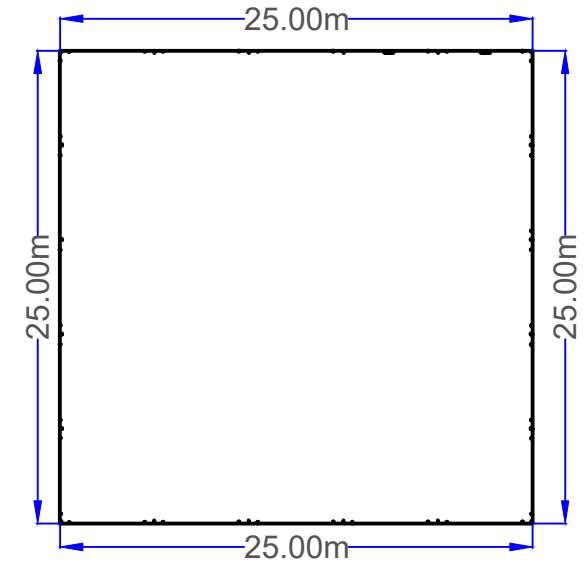
DETALLE A
SCALE 1:16

TEMA: Dimensión de la cerca fija	CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA		DIS.	Castellano K / Vargas C
			DIB.	Castellano K / Vargas C
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	LAMINA #	FECHA:	
		3	2021	
			ESCALA:	
			1:1	

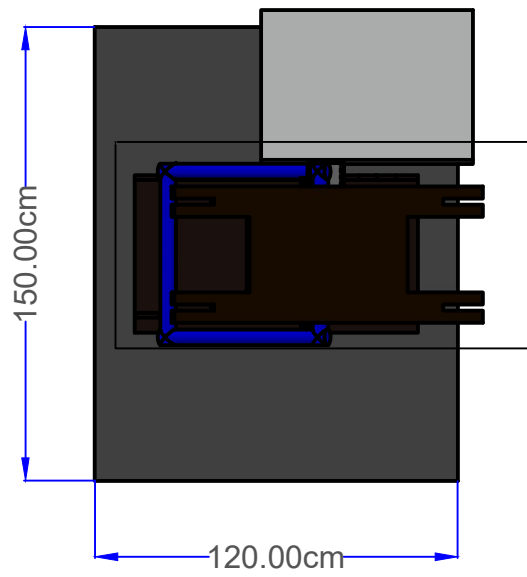
VISTA DE UNA PERSPECTIVA LATERAL



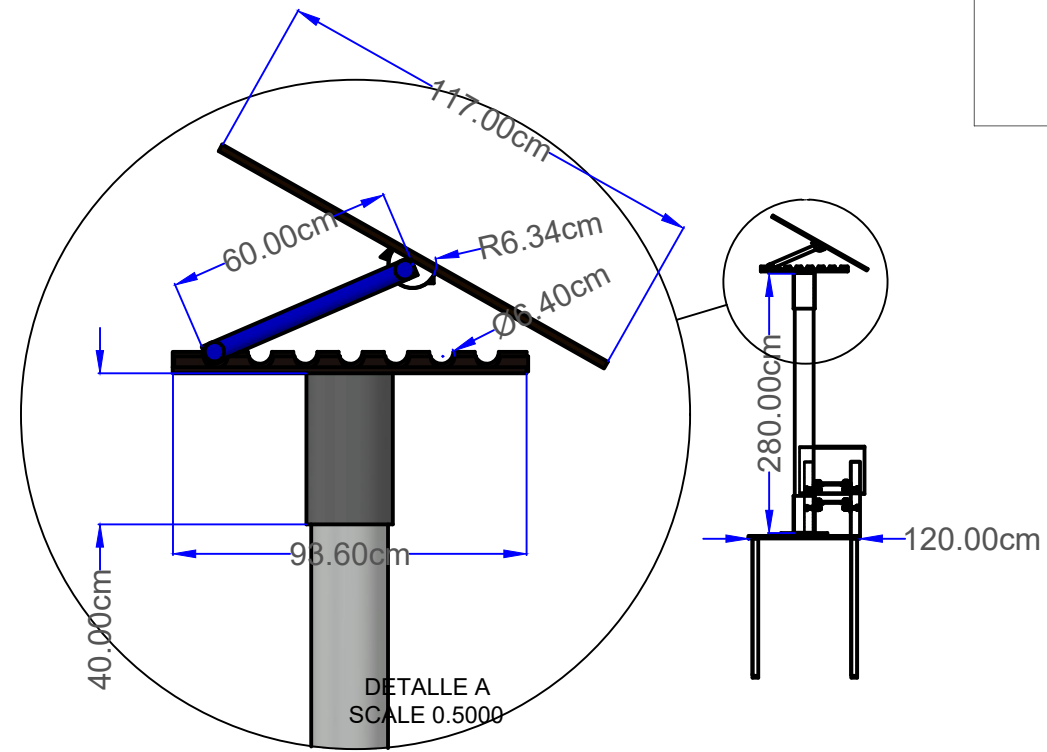
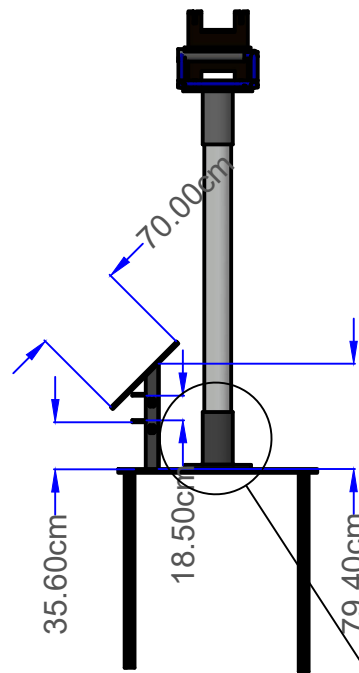
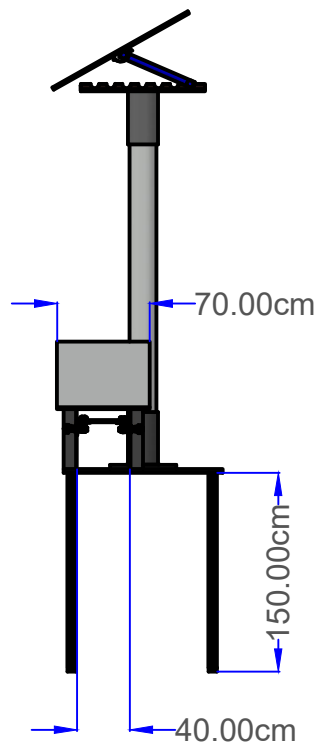
VISTA SUPERIOR



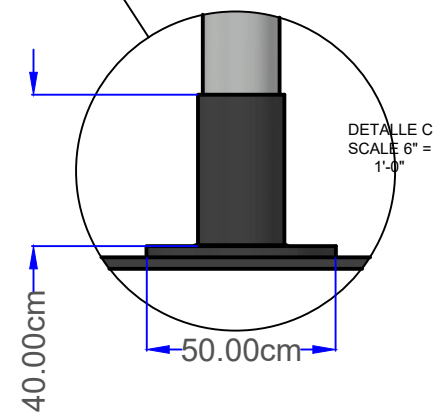
TEMA: Dimensión de la movil.	CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	DIS.	Castellano K / Vargas C
		DIB.	Castellano K / Vargas C
	LAMINA # 5	REV.	Ing. Porras J
		FECHA:	2021
		ESCALA:	1:1



DETALLE B
SCALE 1'-0"
= 1'-0"



DETALLE A
SCALE 0.5000

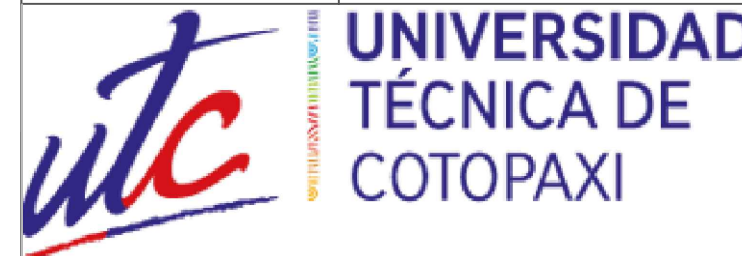


DETALLE C
SCALE 6" = 1'-0"

TEMA: Dimensión del soporte del modulo fotovoltaico

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

DIS. Castellano K / Vargas C
DIB. Castellano K / Vargas C
REV. Ing. Porras J



LAMINA #
6

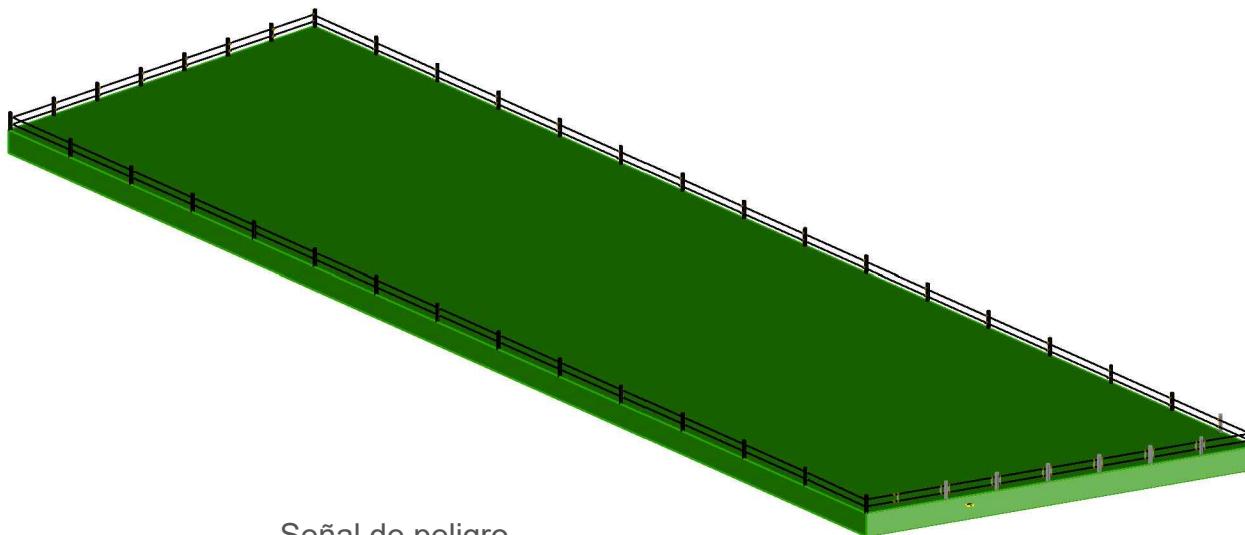
FECHA:
2021

ESCALA:
1:1

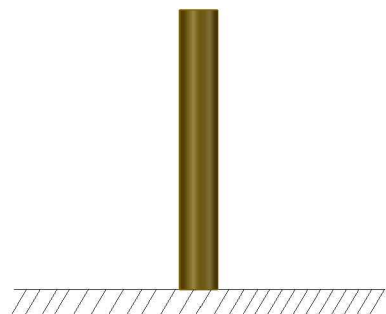
Templador y aislador



Área de la cerca fija



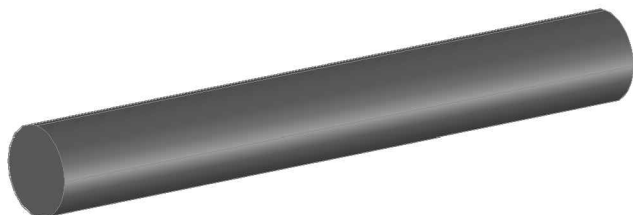
Poste de madera



Señal de peligro

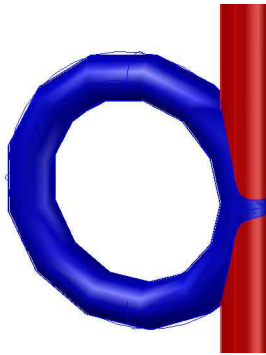


Alambre triple acerado

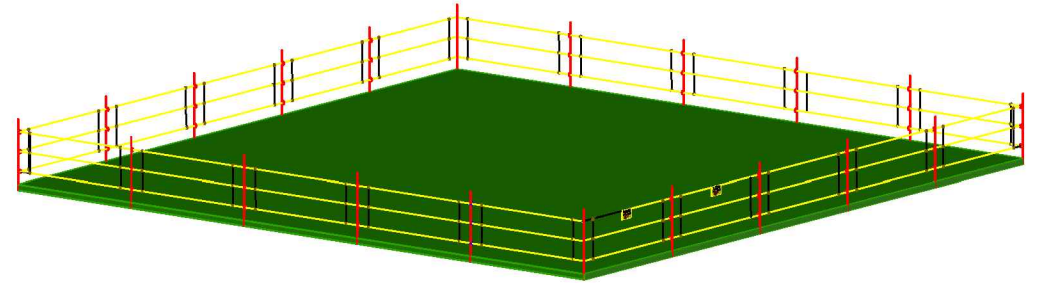


TEMA: Elementos de la cerca fija.	CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	DIS. Castellano K / Vargas C
	LAMINA # 2	DIB. Castellano K / Vargas C
		REV. Ing. Porras J
		FECHA: 2021
		ESCALA: 1:1

Aislante térmico



Área de la cerca móvil



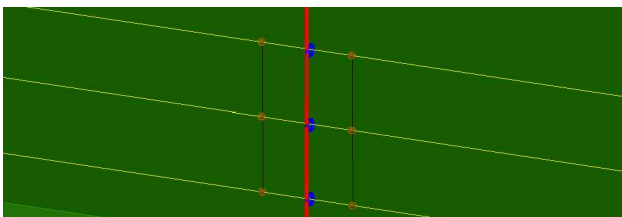
Varilla de acero



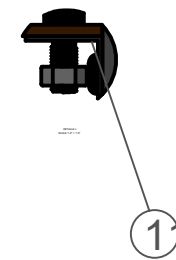
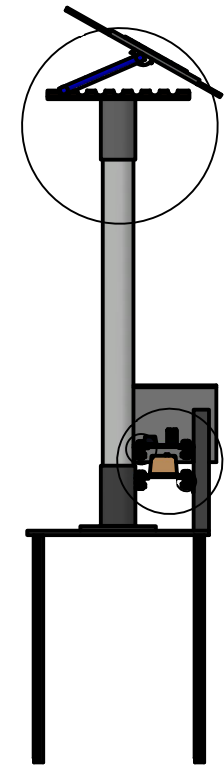
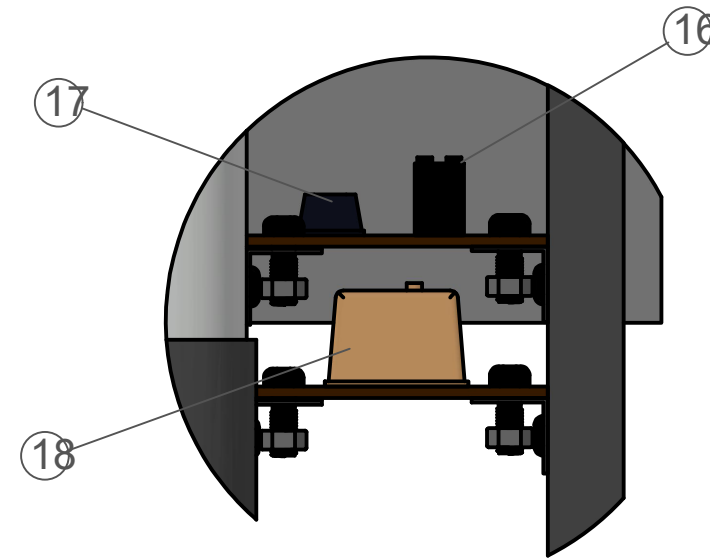
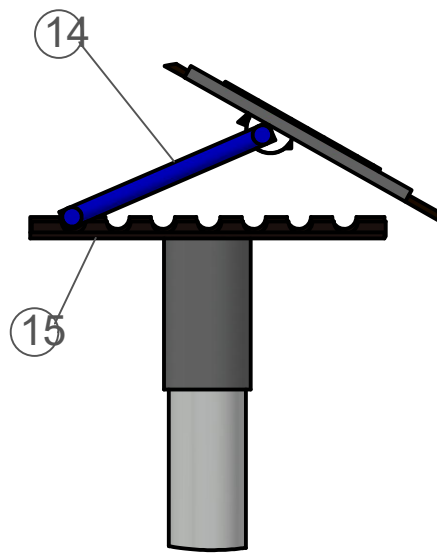
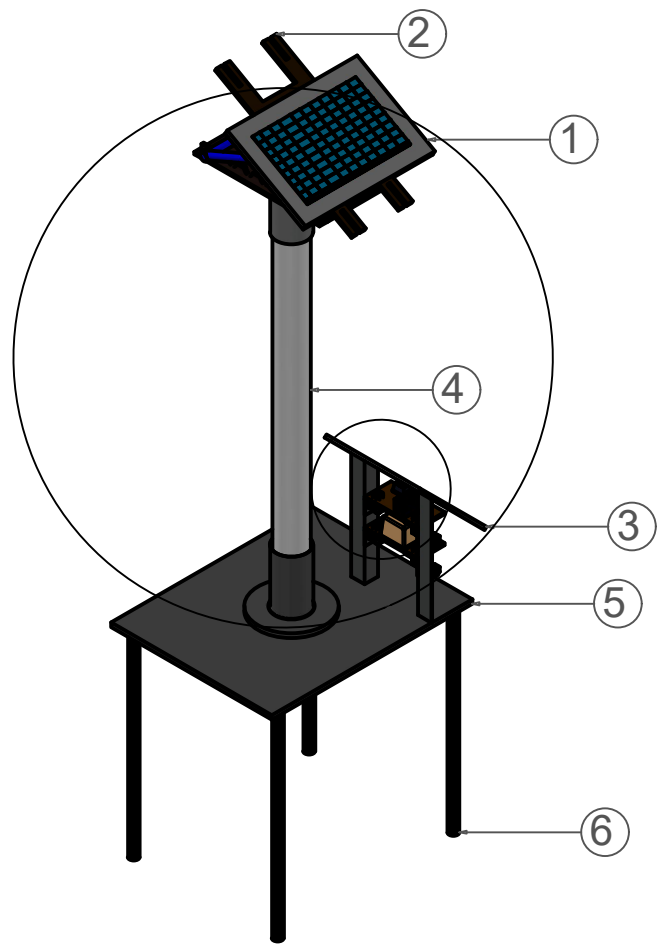
Señal de peligro



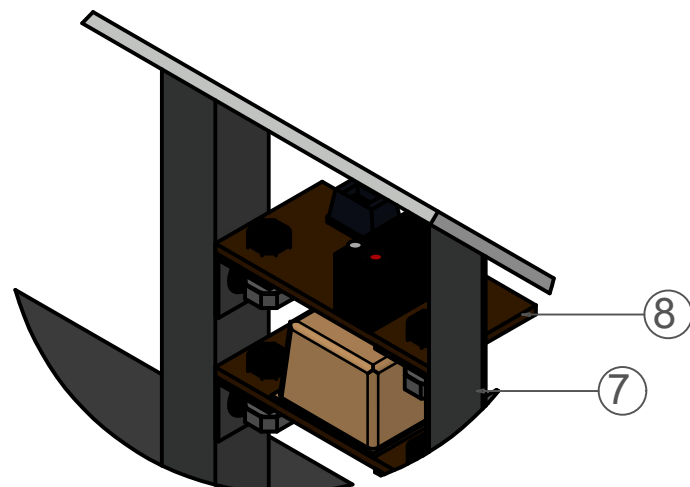
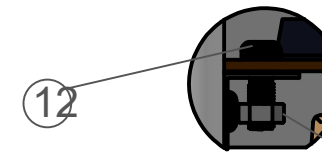
Hilo de acero inoxidable



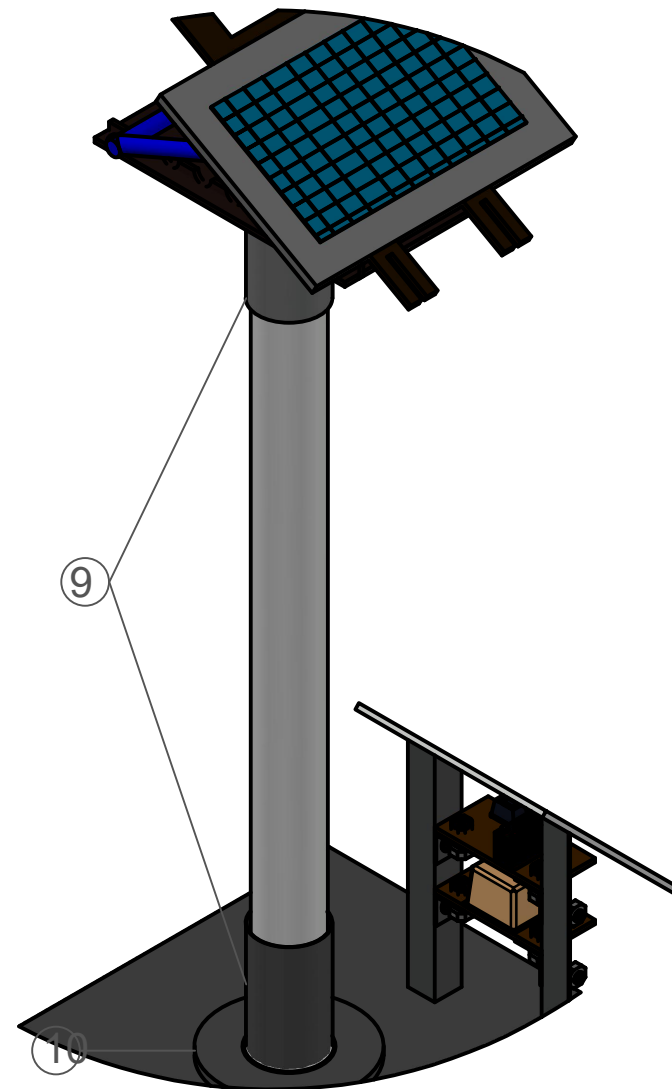
TEMA: Elementos de la cerca móvil	CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	DIS. Castellano K / Vargas C
		DIB. Castellano K / Vargas C
	LAMINA # 4	FECHA: 2021
		ESCALA: :



DETALLE G
SCALE 1'-0"
= 1'-0"



DETALLE E
SCALE 1'-0" = 1'-0"



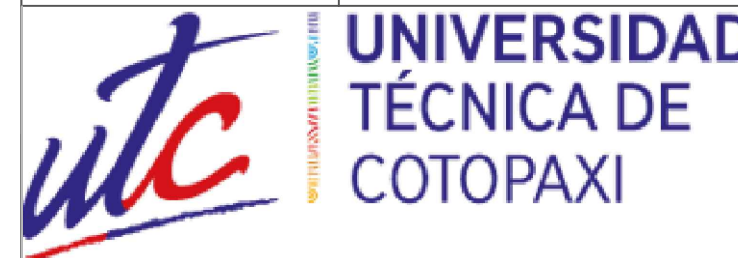
DETALLE F
SCALE 1:2

18	Energizador.		1	
17	Controlador		1	
16	Batería de 12 V		1	
15	Base para el soporte del panel solar	Ángulo de construcción a 10,00 - e 0.6cm	1	
14	Eslavon para la ubicación angular del panel	Tubo de poste galvanizado ø 5,8 - 0,2cm	1	
13	Tuerca	Acero	8	
12	Perno	Acero	8	
11	Bincha para el soporte de los equipos electrónicos y la base.	Ángulo de construcción a 10,00 - e 0.6cm	4	
10	Base del acople para la estructura	Toldo metálico	2	
9	Acoples de la estructura de soporte del panel solar y la base.	Tubo de poste galvanizado ø 11,43 - 0,2cm	2	
8	Soporte del energizador, controlador y batería.	Tabla triple e 0.2cm	2	
7	Columnas soporte de la cubierta del energizador, controlador y batería	Ángulo de construcción a 10,00 - e 0.6cm	2	
6	Estacas para la estructura del equipo fotovoltaica	Tubo de poste galvanizado ø 3,81 cm - e 0,2cm	4	
5	Base para la estructura del equipo de conversión fotovoltaica	Toldo metalico	1	
4	Estructura para el soporte del panel solar.	Tubo de poste galvanizado ø10,16cm - e 0,3cm	1	
3	Cubierta del energizador, controlador y batería.	Toldo Metálico	1	
2	Soporte del panel solar	Toldo metálico	1	
1	Panel solar	Policristalino	1	
N.º	NOMBRE DE LA PIEZA	MATERIAL	CANTIDAD	OBSERVACIONES

TEMA: Materiales para la construcción del soporte del equipo de conversión fotovoltaica

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

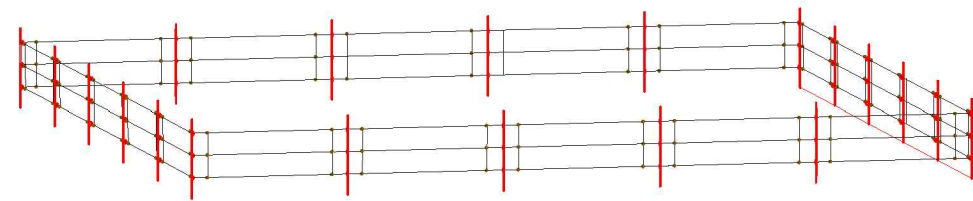
DIS. Castellano K / Vargas C
DIB. Castellano K / Vargas C
REV. Ing. Porras J



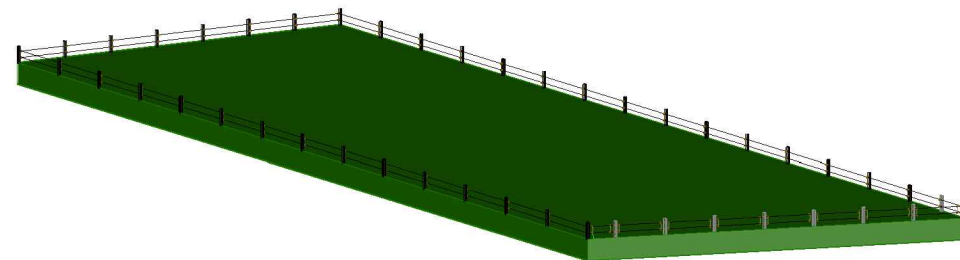
LAMINA #
7

FECHA:
2021
ESCALA:
1:1

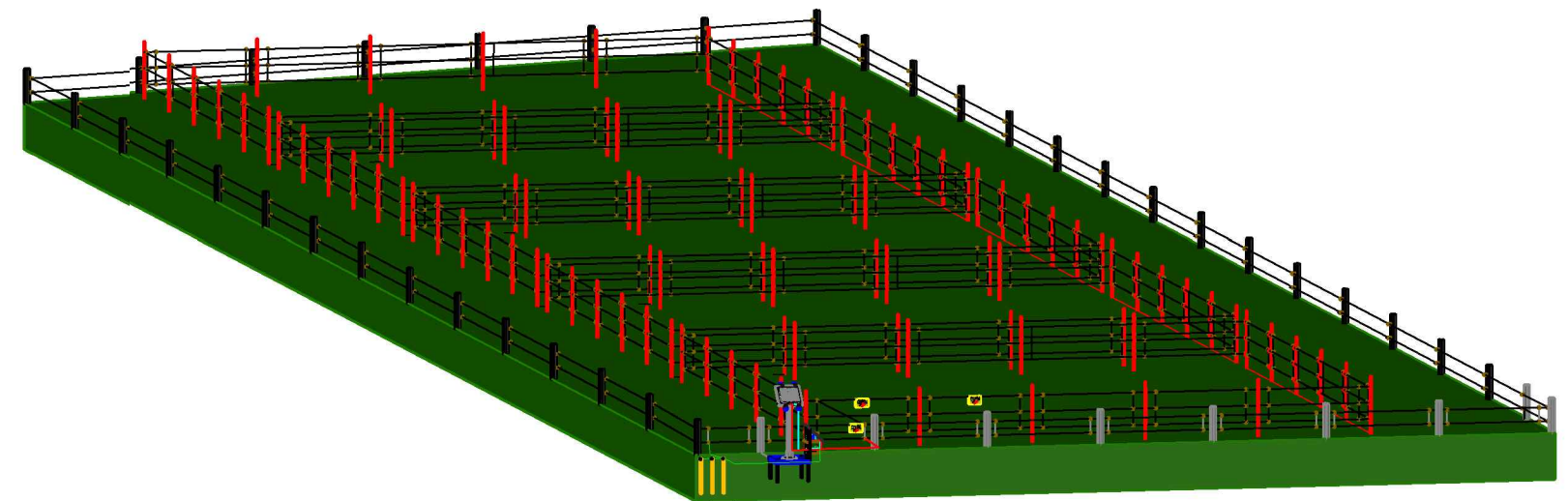
CERCA MÓVIL



CERCA FIJA



ÁREA DE PASTOREO



MÓDULO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO



TEMA: Soporte del panel solar.	CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA	DIS.	Castellano K / Vargas C
		DIB.	Castellano K / Vargas C
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	REV.	Ing. Porras J
		LAMINA #	FECHA:
		1	2021
		ESCALA:	1:1