

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**



**EXTENSIÓN LA MANÁ**

**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS  
DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA**

**TESIS DE GRADO**

**TÍTULO:**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO CON PANELES SOLARES PARA OBTENER ENERGÍA REDUNDANTE DE DC/AC EN LA AGRÍCOLA “LUCILA” DEL RECINTO TRES CORONAS DEL CANTÓN LA MANÁ, AÑO 2013”.**

Tesis presentada previa a la obtención del Título de Ingeniero en Electromecánica.

**Autor:**

Sinchiguano Vega Wellington Paúl.

**Director:**

Ing. Mauricio Adrián Villacrés Jirón.

La Maná – Cotopaxi – Ecuador

**2015**

**AVAL DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE REVISIÓN Y  
EVALUACIÓN**

**TESIS DE GRADO**

Sometido a consideración del tribunal de revisión y evaluación por: el Honorable Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de:

**INGENIERO EN ELECTROMECAÁNICA**

**TEMA:**

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO CON PANELES SOLARES PARA OBTENER ENERGÍA REDUNDANTE DE DC/AC EN LA AGRÍCOLA “LUCILA” DEL RECINTO TRES CORONAS DEL CANTÓN LA MANÁ, AÑO 2013”.

**REVISADA Y APROBADA POR:**

**DIRECTOR DE TESIS**

Ing. Mauricio Adrián Villacrés Jirón. -----

**MIEMBROS DEL TRIBUNAL ESPECIAL**

Ing. Luis Fernando Jácome Alarcón. -----

Msc. Héctor Arnulfo Chacha Armas. -----

Ing. Amable Bienvenido Bravo. -----

# AUTORÍA

Los criterios emitidos en el presente trabajo de investigación **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO CON PANELES SOLARES PARA OBTENER ENERGÍA REDUNDANTE DE DC/AC EN LA AGRÍCOLA “LUCILA” DEL RECINTO TRES CORONAS DEL CANTÓN LA MANÁ, AÑO 2013”**, son de exclusiva responsabilidad del autor.

---

Sinchiguano Vega Wellington Paúl.

C.I. 050337654-3



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi



Trabajo de  
Grado  
CIYA

COORDINACIÓN

TRABAJO DE GRADO

## AVAL DE DIRECTOR DE TESIS

En calidad de Director del trabajo de investigación sobre el tema: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO CON PANELES SOLARES PARA OBTENER ENERGÍA REDUNDANTE DE DC/AC EN LA AGRÍCOLA “LUCILA” DEL RECINTO TRES CORONAS DEL CANTÓN LA MANÁ, AÑO 2013”**, del señor estudiante; Sinchiguano Vega Wellington Paúl, postulante de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica.

### CERTIFICO QUE:

Una vez revisado el documento entregado a mi persona, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científicos - técnicos necesarios para ser sometidos a la **Evaluación del Tribunal de Validación de Tesis** que el Honorable Consejo Académico de la Unidad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 27 de Octubre del 2015

EL DIRECTOR

.....  
Ing. Mauricio Adrián Villacrés Jirón.

**DIRECTOR DE TESIS**

*AGRÍCOLA “LUCILA”*

## ***CERTIFICADO DE IMPLEMENTACIÓN***

El suscrito, Sr. José Manuel Vega Brito. Gerente Administrativo de la Agrícola “LUCILA”, CERTIFICO que el Sr. Sinchiguano Vega Wellington Paúl, portador de la cédula de ciudadanía N° 050337654-3, egresado de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica, desarrolla su Tesis Titulada **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO CON PANELES SOLARES PARA OBTENER ENERGÍA REDUNDANTE DE DC/AC EN LA AGRÍCOLA “LUCILA” DEL RECINTO TRES CORONAS DEL CANTÓN LA MANÁ, AÑO 2013”**, la misma que fue ejecutada con satisfacción en la Agrícola “LUCILA” del Recinto Tres Coronas.

Particular que comunico para fines pertinentes

ATENTAMENTE

La Maná, Octubre 27 del 2015

-----  
Sr. José Manuel Vega Brito.

C.I. 050236779-0

La Maná, Calle San Pablo y 27 de Noviembre Telf. (032) 687-762

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias a mi familia, en especial a mis padres por toda la confianza y sacrificio que depositaron en mí en todo el tiempo de estudio.

Mis sinceros agradecimientos y admiración para mis catedráticos, quienes con nobleza y entusiasmo depositaron en mí sus vastos conocimientos y a la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná por las enseñanzas en ella recibidas.

*Wellington Sinchiguano.*

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo va dirigido con enorme gratitud a mis padres por el afán, amor y sacrificio, que hicieron posible la culminación de esta etapa estudiantil, que me ha capacitado para ser un profesional y así asegurarme un futuro próspero y éxitos profesionales.

*Wellingtón Sinchiguano.*

## ÍNDICE GENERAL

Portada	i
Aval de los Miembros del Tribunal de Revisión y Evaluación	ii
Autoría	iii
Aval del Director de Tesis	iv
Certificado de Implementación	v
Agradecimiento	vi
Dedicatoria	vii
Índice General	viii
Índice de Contenido	ix
Índice de Figuras	xiii
Índice de Tablas	xiv
Índice de Anexos	xvi
Resumen	xvii
Abstract	xviii
Certificación de implementación	xix
Introducción	xx



# ÍNDICE DE CONTENIDO

## CAPÍTULO I FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1.	Antecedentes	1
1.1.1.	Proyecto 1	1
1.1.2.	Proyecto 2	2
1.2.	Categorías Fundamentales	3
1.3.	Electricidad	4
1.3.1.	Conceptos básicos de la electricidad.	4
1.3.1.1.	Carga eléctrica	4
1.3.1.2.	Corriente eléctrica	6
1.3.2.	Magnitudes principales de la corriente eléctrica.	7
1.3.2.1.	Voltaje	7
1.3.2.2.	Intensidad	8
1.3.2.3	Resistencia	9
1.4.	Energías alternativas	11
1.4.1	Tipos de energías alternativas.	12
1.4.1.1.	Energía eólica	12
1.4.1.2.	Energía solar	12
1.4.1.2.1.	Transformación de la radiación solar en calor	13
1.4.1.2.2.	Transformación de la radiación solar en electricidad.	13
1.5.	Energía fotovoltaica	14
1.5.1.	Célula fotovoltaica	14
1.5.2.	El efecto fotoeléctrico	16
1.5.3.	Módulo fotovoltaico	17
1.6.	Diseño de paneles solares	18
1.6.1.	Panel solar fotovoltaico	19
1.6.2.	Procedimiento de fabricación de las células fotovoltaicas	20
1.6.3.	Vida útil de un panel	20
1.6.4.	Tipos de paneles fotovoltaicos	21

1.6.4.1.	Tipos de paneles en función de los materiales	21
1.6.4.1.1.	Panel solar de silicio puro monocristalino	21
1.6.4.1.2.	Panel solar de silicio puro policristalino	22
1.6.5.	Cálculo de una instalación fotovoltaica	23
1.6.6.	Componentes de las instalaciones solares fotovoltaicas	25
1.6.6.1.	Módulos o panales fotovoltaicos	25
1.6.6.2.	Regulador de carga	26
1.6.6.3.	Baterías especiales	27
1.6.6.4.	Inversor	27
1.7.	Implementación de energía por paneles solares	29
1.7.1.	Orientación y conexión de los colectores	29
1.7.1.1.	Integración arquitectónica	29
1.7.1.2.	Orientación e inclinación	29
1.7.1.3.	Energía calorífica necesaria	30
1.7.2.	Instalaciones solares fotovoltaicas	31
1.7.2.1.	Instalaciones solares fotovoltaicas aisladas	31
1.7.2.2.	Instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red eléctrica	32
1.7.2.3.	Centrales solares fotovoltaicas	32

## **CAPÍTULO II**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

2.1.	Reseña histórica de la Agrícola “Lucila”	33
2.1.1.	Ubicación Geográfica de la Agrícola “Lucila”	34
2.2.	Datos Informativos	35
2.3.	Personal Administrativo y de Producción	35
2.3.1.	Área administrativa oficina	35
2.3.2.	En el campo	35
2.3.3.	Área de producción	36
2.4.	Misión	36
2.5.	Visión	37

2.6.	Operación de las Variables	37
2.7.	Metodología de la Investigación	38
2.8.	Tipo de Muestra	38
2.8.1.	Análisis e Interpretación de Resultados de la Investigación de Campo	38
2.8.2.	Tamaño de la muestra	39
2.9.	Presentación, Análisis e Interpretación de los Resultados	40
2.9.1.	Análisis e Interpretación de los resultados de las encuestas aplicadas a los trabajadores y familiares de la Agrícola “Lucila”	40
2.10.	Investigación de Campo	45
2.10.1.	Técnicas e Instrumentos	45
2.11.	Métodos y Técnicas	46
2.12.	Justificación	48
2.13.	Objetivos	49
2.13.1.	Objetivo General	49
2.13.2.	Objetivos Específicos	49

### **CAPÍTULO III**

#### **VALIDACIÓN DE LA APLICACIÓN**

3.1.	Diseño e implementación de un sistema automatizado con paneles solares	50
3.2.	Estudio de carga de la agrícola “Lucila”	50
3.2.1.	Estudio de carga y demanda	51
3.3.	Dimensionamiento del disyuntor	51
3.4.	Dimensionamiento del cableado	53
3.4.1.	Datos técnicos del conductor para la Agrícola	54
3.4.2.	Tipos de empalmes del conductor	55
3.5.	Luminarias	56
3.5.1.	Luminaria publica DC, con LEDs de alta potencia	56
3.5.2.	Focos ahorradores	57
3.6.	Boquillas	57

3.7.	Interruptor	58
3.8.	Enchufe y Tomacorriente	59
3.9.	Estudio de carga para el sistema	59
3.9.1.	Cálculo del consumo total del sistema	60
3.10.	Batería RA12- 100D (12V100AH)	61
3.10.1.	Cálculo de la batería del sistema	61
3.11.	Paneles solares	65
3.11.1.	Modulo solar mono-cristalino	65
3.11.2.	Calidad y seguridad	65
3.11.3.	Coefficientes de temperatura	66
3.11.4.	Datos técnicos	66
3.11.5.	Dimensionamiento del panel solar	67
3.12.	Controlador de carga	68
3.13.	Unidad de control remoto PHOCOS CIS	71
3.13.1.	Características del control remoto	71
3.14.	Conexión a tierra	72
3.14.1.	Calculo de la resistencia para una varilla	73
3.15.	Diagrama unifilar del panel solar	74
3.16.	Presupuesto de la implementación de los paneles solares en la agrícola “Lucila”	75

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

4.1.	Conclusiones	77
4.2.	Recomendaciones	78
4.3.	Referencias bibliográficas	79

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

Figura 1.1	Carga eléctrica	5
Figura 1.2	Corriente eléctrica	7
Figura 1.3	Resistencia	11
Figura 1.4	Célula fotovoltaica	16
Figura 1.5	Célula y panel fotovoltaico	19
Figura 1.6	Panel solar de silicio monocristalino	22
Figura 1.7	Panel solar puro policristalino	22
Figura 1.8	Inversor	28

### CAPÍTULO II

Figura 2.1	Localización de la Agrícola	34
------------	-----------------------------	----

### CAPÍTULO III

Figura 3.1	Disyuntor	52
Figura 3.2	Conductor seleccionado	54
Figura 3.3	Diferentes tipos de empalmes	55
Figura 3.4	Luminaria publica DC, con LEDs de alta potencia	56
Figura 3.5	Focos o luminarias ahorradores de energía	57
Figura 3.6	Boquilla	58
Figura 3.7	Interruptor	58
Figura 3.8	Enchufe y tomacorriente	59
Figura 3.9	Batería	63
Figura 3.10	Panel solar	67
Figura 3.11	Controlador de carga y Control remoto	71
Figura 3.12	Control remoto PHOCOS CIS	72
Figura 3.13	Puesta a tierra	74
Figura 3.14	Diagrama unifilar	75

## ÍNDICE DE TABLAS

### CAPÍTULO I

Tabla 1.1	Rendimientos de diferentes paneles fotovoltaicos	23
-----------	--------------------------------------------------	----

### CAPÍTULO II

Tabla 2.1	Ubicación de la Agrícola “Lucila”	33
Tabla 2.2	Datos informativos	35
Tabla 2.3	Operacionalización de las variables	37
Tabla 2.4	Población	38
Tabla 2.5	Eficiencia de la energía eléctrica	40
Tabla 2.6	Instalaciones eléctricas en la agrícola “Lucila”	41
Tabla 2.7	Implementación de un panel solar	41
Tabla 2.8	Instalación de un panel solar	42
Tabla 2.9	Falta de energía eléctrica	42
Tabla 2.10	Iluminación en la Agrícola	43
Tabla 2.11	Distribución de los tomacorrientes	43
Tabla 2.12	Instalaciones eléctricas existentes	44
Tabla 2.13	Las instalaciones eléctricas de la Agrícola	44
Tabla 2.14	Paneles solares son riesgosos para el fluido de energía	45
Tabla 2.15	Aleatorio estratificado proporcional	46

### CAPÍTULO III

Tabla 3.1	Cálculo de demanda unitaria de la Agrícola	51
Tabla 3.2	Calibre de conductores	53
Tabla 3.3	Características de conductor	54
Tabla 3.4	Planilla de circuitos derivados	60
Tabla 3.5	Nomenclatura y equivalencia del consumo total del sistema	60

Tabla 3.6	Nomenclatura y equivalencia del cálculo de batería	62
Tabla 3.7	Resultado de los cálculos de la batería	63
Tabla 3.8	Especificación de la batería	64
Tabla 3.9	Características de los coeficientes de temperatura	66
Tabla 3.10	Características de los paneles	66
Tabla 3.11	Consumo de luminarias	68
Tabla 3.12	Especificación del Controlador de carga	70
Tabla 3.13	Resistividad de terreno	73
Tabla 3.14	Presupuesto	76

## ÍNDICE DE ANEXOS

### CAPÍTULO IV

Anexo 1.	Encuesta	83
Anexo 2.	Eficiencia de la energía eléctrica	84
Anexo 3.	Instalaciones eléctricas en la Agrícola “Lucila”	84
Anexo 4.	Implementación de un panel solar	84
Anexo 5.	Instalación de un panel solar	85
Anexo 6.	Falta de energía eléctrica	85
Anexo 7.	Iluminación en la Agrícola	85
Anexo 8.	Distribución de los tomacorrientes de la Agrícola “Lucila”	86
Anexo 9.	Instalaciones eléctricas existentes	86
	Las instalaciones eléctricas de la Agrícola “Lucila” cuentan con	
Anexo 10.	protecciones adecuadas	86
Anexo 11.	Los paneles solares son riesgosos para el fluido de energía	87
Anexo 12.	Instalando el panel solar	87
Anexo 13.	Instalando la batería	88
Anexo 14.	Armando la luminaria	88
Anexo 14.1.	Armando la luminaria	89
Anexo 15.	Ficha técnica de la luminaria pública	89
Anexo 15.1.	Ficha técnica de la luminaria pública	90
Anexo 15.2.	Ficha técnica de la luminaria pública	90
Anexo 16.	Ficha técnica del panel solar	91
Anexo 16.1	Ficha técnica del panel solar	92
Anexo 17.	Ficha técnica de la batería	93
Anexo 17.1	Ficha técnica de la batería	94
Anexo 18.	Ficha técnica del controlador de carga	95
Anexo 18.1.	Ficha técnica del controlador de carga	96



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

## **UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

### **CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

**TEMA:** “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO CON PANELES SOLARES PARA OBTENER ENERGÍA REDUNDANTE DE DC/AC EN LA AGRÍCOLA “LUCILA” DEL RECINTO TRES CORONAS DEL CANTÓN LA MANÁ, AÑO 2013”

**AUTOR:** Wellington Sinchiguano

#### **RESUMEN**

Este proyecto investigativo pretende satisfacer la factibilidad económica, para la comercialización de paneles solares en el Ecuador. El recalentamiento global indiscutiblemente ha contribuido para que se emprendan negocios relacionados con la distribución de energía eléctrica a través de métodos renovables. Ecuador es un país dependiente y con una escasa cultura de ahorro energético, la falta de grandes hidroeléctricas ha ocasionado descontentos en la sociedad. Particularmente en tiempos de racionamientos, para la cual se ha originado la necesidad de buscar alternativas que beneficien a la comunidad. El presente proyecto investigativo estudia la necesidad de implementar un sistema automatizado con paneles solares para obtener energía redundante de corriente directa y corriente alterna en la Agrícola “Lucila”. A través de medios solares para lo cual se ha hecho un desglose y estudio técnico del área. Se debe considerar que este estudio se refiere a un sistema de paneles solares, pero las expectativas se basan en distribuir todas las gamas de paneles y energías fotovoltaicas según los requerimientos del cliente a base de la capacidad y la demanda, teniendo en cuenta todas las ventajas y desventajas que existe en el mercado ecuatoriano.

# **COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY**

## **ACADEMIC UNIT OF SCIENCE AND ENGINEERING AND APPLIED**

### **CAREER ELECTROMECHANICAL ENGINEERING**

**THEME:** “DESIGN AND IMPLEMENTATION OF AN AUTOMATED SYSTEM WITH SOLAR ENERGY FOR REDUNDANT DC / AC IN “AGRICOLA LUCILA” RECINTO TRES CORONAS, CANTÓN LA MANÁ YEAR 2013”

**AUTHOR:** Wellington Sinchiguano

## **SUMMARY**

This research project aims to fulfil the economic feasibility for the commercialization of solar panels in Ecuador. Global warming has undoubtedly contributed to the undertaking of business related to the distribution of electricity through renewable methods. Ecuador is a dependent and a poor culture of energy saving country, the lack of large hydroelectric power stations which has caused discontent in society. Particularly in times of rationing, for which it has created the need to find alternatives that benefit the community. This research project examines the need to implement an automated system with solar panels for redundant power direct current and alternating current in the "Agricola Lucila". Through solar means for which there has been an itemized and technical study of the area. It must be considered that this study relates to a system of solar panels, but expectations are based on distributing all ranges of photovoltaic panels and energy according to customer requirements based on capacity and demand, considering all the advantages and disadvantages that exist in the Ecuadorian market.



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi



Centro  
Cultural de  
Idiomas

## UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

La Maná - Ecuador

### *CERTIFICACIÓN*

En calidad de Docente del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Extensión La Maná; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por el señor egresado: Sinchiguano Vega Wellington Paúl cuyo título versa “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO CON PANELES SOLARES PARA OBTENER ENERGÍA REDUNDANTE DE DC/AC EN LA “AGRÍCOLA LUCILA” DEL RECINTO TRES CORONAS DEL CANTÓN LA MANÁ, AÑO 2013”; lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

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

La Maná, 15 de Octubre del 2015

Atentamente

---

Lcdo. Luis Bravo Minda, Mgs.

**DOCENTE**

**C.I. 170942669-4**

## INTRODUCCIÓN

Este proyecto tiene un mayor enfoque dentro de la ingeniería eléctrica en el área de energías. El término energía para definirlo de manera absoluta es muy complicado, puesto que la energía se manifiesta de distintas maneras en la naturaleza por las condiciones primordiales físicas de la materia o cuerpos, es decir se puede presenciar energía en estado de movimiento (cinética), o estar relacionado en el estado de posición (potencial) o en el manifiesto de radiación electromagnética comunicante en los objetos; dadas estas condiciones primordiales, la energía se puede manifestar o se clasifican de las siguientes maneras: mecánica, térmica, química, eléctrica, radiante o atómica.

Una de las propiedades fantásticas de la energía es en la capacidad de su transformación hacia otro tipo, el proceso de transformación puede sufrir pérdidas disipadas a la naturaleza o puede generar ganancia; otra capacidad consecuente de la energía de un sistema físico es la realización de trabajo, el trabajo está relacionado directamente y principalmente con la energía mecánica.

El propósito de realizar transformación energética depende del uso servicio que se desea lograr. Si se desea obtener un uso o servicio a través de la energía, quiere decir que la energía está profundamente relacionada con el desarrollo de la sociedad humana de forma determinante. La forma de obtención de la energía constituye de formas convencionales y no-convencionales.

El método convencional básicamente consiste en la extracción de sustancias (petróleo, gas natural, gas asociado, carbón etc.) de origen animal y vegetal preservadas durante millones de años en el subsuelo para producir energía térmica o eléctrica principalmente (las sustancias previamente preparadas químicamente a través de su industrialización). Su principal ventaja es en su disponibilidad permanente para su utilización. Su desventaja es en su agotamiento inevitable debido a su incapacidad de regeneración, su adquisición posee un costo en función del ritmo de extracción, su utilización no es de alta calidad ni limpia, es

decir que su uso conlleva o maneja procesos de transformación energética de pérdidas significativas y producen gran impacto de contaminación ambiental.

En la actualidad se comprueba las consecuencias o hechos del uso mayoritario y dependiente y el manejo sin control organizado de los sistemas convencionales energéticos en el mundo tales como: el precio elevado del barril de petróleo, guerras entre naciones para el apoderamiento de los yacimientos de extracción, calentamiento global entre otras. El método no-convencional para obtener energía consiste en la posibilidad de su aprovechamiento mediante configuraciones de los recursos naturales geográfica, orográfica y meteorológica. Dado que los recursos naturales son amplios, esta clasificación corresponde a un tema global denominado energías alternativas.

Las ventajas principales de las energías alternativas es su capacidad de regeneración en la escala humana de tiempo, el costo de su adquisición una vez que se implementa el sistema de aprovechamiento adecuado es nula, su utilización es considerablemente de alta calidad y limpia, es decir que su uso conlleva procesos de transformación energética de pérdidas y el grado de contaminación específicamente reducidos.

El mantenimiento de la funcionalidad de la mayoría estos sistemas es relativamente baja. Sus desventajas principales es en su disponibilidad limitado que siempre está en función del estado o configuración ambiental y natural. Los sistemas de implementación para aprovechar las energías alternativas demandan un estudio previo muy detallado y minucioso y un costo elevado. La implementación de los sistemas alternativos energéticos se ha llevado a cabo desde hace significativamente muchos años atrás.

La presente Tesis de Grado, aplicado a la Agrícola “Lucila”, se encuentra estructurado en capítulos de la siguiente manera:

**Capítulo I.-** Está compuesto por el marco contextual de la investigación, dentro de ello se indican proyectos de tesis similares.

**Capítulo II.-** Contiene el análisis e interpretación de resultados obtenidos de la investigación, y la operacionalización de las variables, en las mismas que se ha sustentado la presente investigación.

**Capítulo III.-** Está compuesto de la investigación, el diseño e implementación de un sistema automatizado con paneles solares donde se detalla el cálculo de los conductores, disyuntores e instalaciones eléctricas.

**Capítulo IV.-** Se hacen referencia las conclusiones y recomendaciones que son obtenidas de los resultados planteados en la investigación, se realiza las referencias bibliográficas y finalmente se incluye los anexos inherentes al perfil del proyecto de investigación.

# **CAPÍTULO I**

## **FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **1.1 Antecedentes**

#### **1.1.1 Proyecto 1**

Viabilidad de sistemas fotovoltaicos con múltiples seguidores del punto de máxima potencia.

#### **Resumen**

Los sistemas fotovoltaicos reales presentan pérdidas de potencia que en muchas ocasiones superan el 25% de la potencia total de la planta. El motivo de estas pérdidas tiene su origen en la dispersión de los parámetros de los módulos, la aparición de sombras parciales, pérdidas en el inversor, pérdidas por temperatura etc.

Estas pérdidas resultan aún mayores en las topologías complejas, como fachadas o tejados fotovoltaicos por su elevado número de paneles y los condones propios del edificio.

Esta tesis contribuye a eliminar ciertas barreras tecnológicas que afectan el rendimiento de las plantas fotovoltaicas reduciendo las pérdidas por

desadaptaciones y para ello aborda la investigación de una nueva estrategia de disminución de estas pérdidas, además consisten en la incorporación de un pequeño dispositivo electrónico a cada módulo fotovoltaico que integra el sistema de manera que permitiría a cada panel trabajar en su punto de máxima potencia independientemente del resto de paneles y comunicar su estado a un sistema de control externo.

El objetivo final de este proyecto de investigación se ha centrado en demostrar la viabilidad técnica y económica de este sistema para lo cual se ha fabricado un prototipo de convertidor DC con algoritmo MPPT dotado. Al mismo tiempo de otras funciones de control y supervisión.

Los resultados de las indagaciones han sido muy positivos, quedando demostrada su viabilidad. Igualmente se ha obtenido diferentes fórmulas que establecen las reglas de funcionamiento de un sistema distribuido como el planteado y determina qué condiciones ha de reunir el inversor que se conecta a la planta fotovoltaica y en el capítulo económico el tiempo de recuperación de la inversión inicial que suponen los nuevos convertidores DC en función de unos parámetros de planta fotovoltaica. (ROMÁN, 2007, pág. 1)

### **1.1.2 Proyecto 2**

Sistemas de seguimiento automático del sol para optimizar la captación de energía en celdas fotovoltaicas.

#### ***Resumen***

El propósito principal de este proyecto de investigación, es el de difundir el aprovechamiento más eficiente de la energía primaria proveniente del Sol y convertirla en energía eléctrica. Sin lugar a dudas, es la forma más limpia y fiable para la producción de energía eléctrica que ha tomado mucho interés en la actualidad debido a dos aspectos:



- a) Abastecer de energía a los usuarios de lugares alejados
- b) El cuidado del medio ambiente.

El primero se sustenta en que acceder a sitios lejanos resulta muy difícil, debido a que la geografía del lugar no brinda las facilidades, y por otra: resulta muy costoso tender varios Km de redes eléctricas para pocos usuarios.

Es un diagnóstico que merece ser revaluado, especialmente en vista del 1'700.000 (un millón setecientos mil) ecuatorianos que no disponen de energía eléctrica y tampoco de energía alternativa. El cuidado del medio ambiente es muy importante por los efectos que causan utilizar otros sistemas de generación eléctrica.

Como un claro ejemplo, en el país se tienen aprobados los proyectos para generación solar por medio de paneles de celdas fotovoltaicas y de generación eólica en las Islas Galápagos, que están desplazando y reemplazando a la tradicional generación térmica de diesel.

Lo interesante de este proyecto, es que el módulo de celdas fotovoltaicas puede aprovechar al máximo la energía proveniente del sol mediante el posicionamiento automático del panel en forma perpendicular a los rayos solares y convertirla en energía eléctrica. Esta energía eléctrica será almacenada en una batería y luego será utilizada en el funcionamiento de pequeñas cargas como pueden ser focos, un radio o un televisor de baja potencia. (TELLO, 2010, pág. 1)

## **1.2. Categorías Fundamentales.**

**1.2.1.** Electricidad.

**1.2.2.** Energías alternativas.

**1.2.3.** Energía fotovoltaica.

**1.2.4.** Diseño de paneles solares

**1.2.5.** Implementación de energía por paneles solares

## **1.3. Electricidad.**

La electricidad es una forma de energía basada en la propiedad que tiene la materia de repeler o atraer electrones y que da lugar a varias manifestaciones físicas, como la luz, el calor, los campos magnéticos, etc. También denominamos electricidad a la ciencia que estudia estos fenómenos eléctricos. (DURÁN, 2012, pág. 7)

El estudio práctico de la electricidad da lugar a lo que se denomina Electrotecnia; de hecho, la palabra electrotecnia viene de la combinación de electro y techne; o sea, es la tecnología eléctrica, donde se encuentran componentes tales como motores eléctricos, condensadores, interruptores, contactores, equipos de iluminación, etc.

La electrónica es una extensión de la electricidad, aparecida como consecuencia de los avances en la evolución de la tecnología eléctrica, por ello se basa también en los principios de la electricidad. (HERMOSA DONATE, 2012, pág. 2)

La electricidad es una representación de energía tan versátil que tiene un sin número de aplicaciones, por ejemplo: transporte, climatización, iluminación y computación. Los electrones, que son partículas diminutas dentro de los átomos, producen electricidad.

### **1.3.1 Conceptos básicos de la electricidad.**

#### **1.3.1.1 Carga eléctrica**

Como sabemos, la mínima expresión de carga eléctrica lo constituye el electrón y protón. Al ser de una magnitud tan pequeña, se establece como unidad de carga eléctrica el culombio (C), lo cual equivale a la carga de aproximadamente,  $6.230.000.000.000.000.000$  electrones =  $6,23 * 10^{23}$

Unidad de carga eléctrica: **Culombio**

**1 culombio=  $6,23 \times 10^{18}$  electrones**

Por tanto, la cantidad de carga eléctrica del electrón es:

**Carga del electrón (-e)=  $1,602 \times 10^{-19}$  C**

**Carga del protón (+e)=  $1,602 \times 10^{-19}$  C**

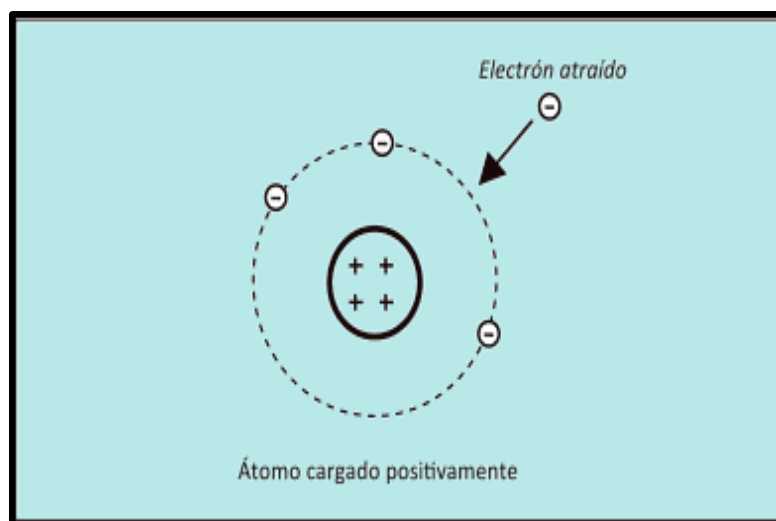
Aunque las cargas eléctricas del protón y electrón son las mismas, no ocurre lo mismo con sus masas. La masa del protón es mucho mayor que la del electrón:

**Masa del electrón:  $9,11 \times 10^{-31}$  Kg**

**Masa del protón:  $1,67 \times 10^{-27}$  Kg**

Así la masa del protón es unas 1830 veces mayor que la del electrón. Por otra parte se sabe, en el núcleo también se encuentran las partículas denominadas neutrones, eléctricamente neutras, pero su masa es similar a la del protón. Así pues, se deduce que en el núcleo del átomo es donde se concentra casi toda su masa. (HERMOSA DONATE, 2012, pág. 8)

**Figura 1.1.** Carga eléctrica



**Fuente:** Electrónica aplicada

Los estudios realizados sobre la distribución de electrones confirman que cualquier materia cuyos átomos tengan el nivel de valencia incompleto tiende a ceder electrones o bien a aceptarlos, hasta completarlo, en este último caso con, a lo sumo 8 electrones.

Hay que señalar que cuando los átomos aceptan o seden electrones dejan de ser eléctricamente neutros, ya que se descompensa el número de electrones respecto del número de protones presentes en su núcleo. Así pues:

- Si los átomos de un cuerpo ganan electrones, el cuerpo se carga negativamente (mayor número de electrones que de protones)
- Si los átomos de un cuerpo ceden electrones, el cuerpo se carga positivamente (mayor número de protones que de electrones)

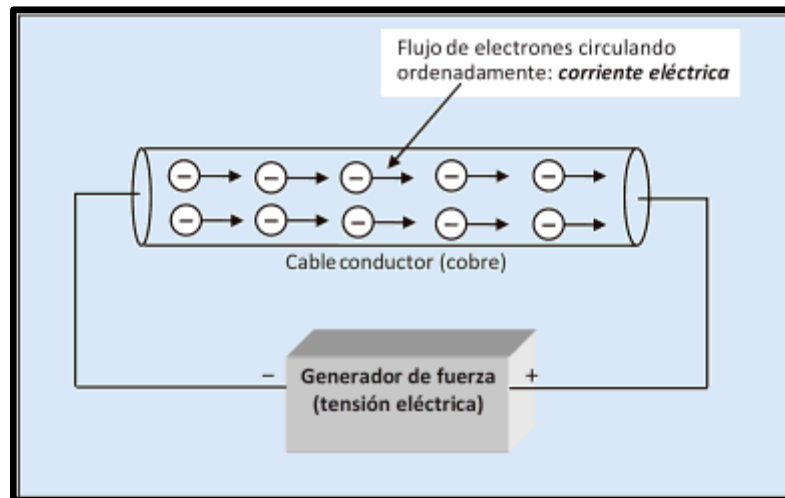
En definitiva, la carga eléctrica ( $Q$ ) no es más que el efecto producido por el exceso o el defecto de electrones en un material, o dicho de otra manera, la cantidad de electricidad que posee un cuerpo. (DURÁN, 2012, pág. 14)

La carga eléctrica es la cantidad de electricidad que posee un cuerpo. Hay dos tipos de carga eléctrica: positiva y negativa. Dos cuerpos que tengan carga del mismo signo se repelen, mientras que si su carga es de signo contrario se atraen. La unidad de carga es el culombio (C).

### **1.3.1.2 Corriente eléctrica**

La corriente eléctrica aparece como consecuencia del movimiento de electrones, y se puede definir de la siguiente manera: corriente eléctrica, es la circulación ordenada de electrones a través de un conductor (o causa de una fuerza de atracción). (HERMOSA DONATE, 2012, pág. 10)

**Figura 1.2.** Corriente eléctrica



**Fuente:** Electrónica aplicada

Los medios que permiten el movimiento de partículas cargadas se llaman conductores. Los conductores más conocidos son los metales; en ellos, la mayoría de los electrones correspondientes a la última capa electrónica están débilmente ligados a los átomos y se mueven en una dirección bajo la influencia de un campo eléctrico. (RODRIGUES LOPEZ, 2013, pág. 23)

Los protones y los neutrones están fijos en el núcleo de un átomo; no se mueven mucho. Pero los electrones tienen mucha energía y se mueven con rapidez alrededor del núcleo.

### **1.3.2 Magnitudes principales de la corriente eléctrica.**

#### **1.3.2.1 Voltaje**

De manera aplicada, la diferencia de potencial entre dos puntos de un circuito no es nada más que la tensión eléctrica o voltaje existente entre esos dos puntos. Así pues, podemos definir la tensión eléctrica o voltaje entre dos puntos de un circuito como la energía con que un generador ha de impulsar una carga eléctrica de culombio entre dos puntos del circuito. La tensión eléctrica se mide en voltios (V). (DURÁN, 2012, pág. 18)

El voltaje, tensión o diferencia de potencial es la presión que ejerce una fuente de suministro de energía eléctrica o fuerza electromotriz (FEM) sobre las cargas eléctricas o electrones en un circuito eléctrico cerrado, para que se establezca el flujo de una corriente eléctrica. A mayor diferencia de potencial o presión que ejerza una fuente de FEM sobre las cargas eléctricas o electrones contenidos en un conductor, mayor será el voltaje o tensión existente en el circuito al que corresponda ese conductor. (GARCIA ALVAREZ, 2012, pág. 1)

El voltaje (también se usa la expresión "tensión") es la energía potencial eléctrica por unidad de carga, medido en julios por culombio (= voltios). A menudo es referido como "el potencial eléctrico", el cual se debe distinguir de la energía de potencial eléctrico, haciendo notar que el "potencial" es una cantidad por unidad de carga.

### **1.3.2.2. Intensidad.**

Denominamos intensidad eléctrica a la cantidad de carga eléctrica que circula por un material o sustancia en un segundo. La intensidad eléctrica es conocida habitualmente con el nombre de corriente eléctrica o simplemente corriente. Se mide en amperios (A) y se expresa así:

$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

Dónde:

$i$  es la intensidad eléctrica instantánea expresada en amperios (A)

$\Delta Q$  es la cantidad de carga eléctrica expresada en culombios (C) que ha circulado en el intervalo de tiempo  $\Delta t$  expresado en segundos (s).

La intensidad eléctrica es el fenómeno que resulta de la propiedad que tienen todos los cuerpos cargados eléctricamente de neutralizar la carga que contienen. Si a través de cualquier material conductor se pone en contacto un cuerpo cargado positivamente con otro cargado negativamente, el exceso de electrones presentes en este último provocará una corriente de electrones, a través del conductor, hacia el cuerpo con carga positiva. (DURÁN, 2012, pág. 19)

Se define como la carga neta que atraviesa una superficie por unidad de tiempo, y su valor viene dado por la expresión ( $I = dq / dt$ ). La unidad en el sistema internacional (SI) es el amperio (A), que es el culombio partido por segundo (C/s). (RODRIGUES LOPEZ, 2013, pág. 24)

La intensidad del flujo de los electrones de una corriente eléctrica que circula por un circuito cerrado depende fundamentalmente de la tensión o voltaje (V) que se aplique y de la resistencia (R) en ohm que ofrezca al paso de esa corriente la carga o consumidor conectado al circuito. Si una carga ofrece poca resistencia al paso de la corriente, la cantidad de electrones que circulen por el circuito será mayor en comparación con otra carga que ofrezca mayor resistencia y obstaculice más el paso de los electrones.

### **1.3.2.3 Resistencia.**

Por resistencia eléctrica entendemos la mayor o menor oposición que presenta un cuerpo al paso de la corriente eléctrica. La unidad de resistencia es el ohmio ( $\Omega$ ). La oposición que presenta un material al paso de la corriente eléctrica se explica por la dificultad que representa para los electrones tener que sortear los átomos que encuentran a su paso cuando circulan por un material.

La resistencia que presenta un material al paso de la corriente eléctrica viene dada por la expresión siguiente:

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

Dónde:

**R** = es la resistencia expresada en ohmios

**$\rho$**  = es la resistividad específica del material expresada en ohmios\*mm<sup>2</sup>/m

**L** = es la longitud del conductor expresada en metros (m).

**S** = es la sección del material expresada en mm<sup>2</sup>

De esta expresión se desprende que la resistencia de un conductor depende, en primer lugar, de la naturaleza del propio conductor o resistividad, de su longitud y de su sección. (DURÁN, 2012, pág. 21)

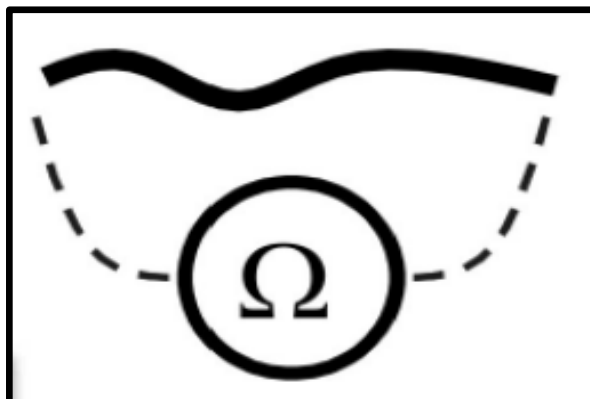
Se puede definir como la mayor o menor dificultad que presenta un conductor al paso de la corriente eléctrica. Por tanto la resistencia eléctrica que presenta un conductor depende del tipo de material que forma. Para hacer la medida con el óhmetro, el conductor a medir debe estar sin tensión; de no ser así, provocaríamos una avería importante al aparato de medición.

La unidad de medida de resistencia es el ohmio, que se representa por la letra omega ( $\Omega$ ); equivale a la resistencia eléctrica que existe entre dos puntos de un conductor.

Cuando es aplicada entre estos dos puntos una diferencia de potencial (d.d.p.) de un voltio, provoca en este conductor una corriente de un amperio. El paso de corriente eléctrica depende de la d.d.p. y de la resistencia eléctrica que presenta el conductor. (MANZANO ORREGO, 2008, pág. 400)



**Figura 1.3 Resistencia**



**Fuente:** Energías renovables

No obstante el estudio se remonta a los primeros descubrimientos eléctricos, no se interrelaciono con otras magnitudes eléctricas hasta que George Simon Ohm formulo su ley fundamental, base de toda la electricidad, que ligaba esta oposición con la tensión o diferencia de potencial y la intensidad que circulaba por un circuito.

#### **1.4. Energías Alternativas**

Es la obtenida a partir de fuentes distintas a las clásicas o convencionales (carbón, petróleo, gas) tales como mareomotriz, eólica, solar. No se debe confundir el concepto con energía renovable. (JAQUENOD DE ZSOGON, 2007, pág. 47)

Son fuentes de obtención de energías sin destrucción del medio ambiente, renovables, que han sido investigadas y desarrolladas con algunas intensidades en las últimas décadas. Algunas de ellas son: Eólica, Solar. (VILLA, 2007, pág. 1)

Se denominan fuentes energéticas renovables las que son de origen natural y pueden emplearse ilimitadamente por dos razones:

- Su suministro es muy abundante (por ejemplo el sol) y prácticamente inagotable.

- Las materias primas de las que provienen esas energías, se pueden renovar (por ejemplo la biomasa) caracterizando por tener un bajo impacto ambiental.

## **1.4.1 Tipos de energías alternativas.**

### **1.4.1.1 Energía eólica**

Es la energía procedente del viento que en la actualidad se emplea sobre todo para producir electricidad. Para ello se disponen parques eólicos con modernos molinos de viento. También se pueden colocar pequeños molinos eólicos en casa, granjas o edificios aislados, para producir la energía que necesitan en forma de electricidad. (MADRID, 2009, pág. 114)

Es la fuente de energía renovable y limpia, producida por el movimiento de masas de aire. Se aprovecha desde la antigüedad mediante molinos de viento. Las instalaciones y equipos para generar energía eléctrica se llaman aerogeneradores, y un conjunto de aerogeneradores es un parque eólico. (JAQUENOD DE ZSOGON, 2007, pág. 48)

La energía eólica tiene origen en el movimiento de las masas de aires, es decir, en el movimiento. Este es una fuente de energía inagotable y disponible a nivel mundial y que, al igual que la mayoría de las fuentes de energía renovables, proviene del sol, ya que son las diferencias de temperatura entre las distintas zonas geográficas de la tierra y sus consecuentes diferenciales de presión, las causas que generan la circulación de aire.

### **1.4.1.2 Energía solar**

Es la base de las demás energías. Sin sol no existiría vida. Se calcula que al sol todavía le quedan unos 5.000 millones de años de vida, en los que seguirá suministran energía a nuestro planeta (si sigue existiendo entonces).

La energía solar, como veremos más adelante se utiliza sobre todo para producir electricidad (energía solar fotovoltaica) o para producir calor (calentar agua, colectación de edificios, piscinas, etc.). (MADRID, 2009, pág. 114)

Es la energía solar obtenida directamente del sol. Aparte de su uso como fuente de iluminación, la radiación solar que incide en la tierra puede aprovecharse de dos maneras: Transformación de la radiación solar en calor, Transformación de la radiación solar en electricidad. (RUFUS MARTÍNEZ, 2010, pág. 15)

La energía solar es una energía radiante producida por el sol como resultado de reacciones nucleares de fusión.

#### ***1.4.1.2.1 Transformación de la radiación solar en calor***

Consiste en transformar la radiación solar en calor, que puede aprovecharse para producir agua caliente destinada al consumo doméstico (calentamiento de piscinas, agua caliente sanitaria, calefacción, refrigeración por absorción). (RUFUS MARTÍNEZ, 2010, pág. 15)

Con ellas se consigue captar el calor del sol y emplearlo para calefacción de casas y edificios, calentamiento de agua para necesidades industriales y necesidades domesticas tales como duchas, piscinas, lavabos, etc. (MADRID, 2009, pág. 283)

Se puede obtener agua caliente para el consumo diario o sus derivados por la radiación solar transformando la radiación solar en calor.

#### ***1.4.1.2.2 Transformación de la radiación solar en electricidad.***

Esta transformación se lleva a cabo en los elementos semiconductores que integran los paneles solares fotovoltaicos. La electricidad puede ser utilizada de forma directa, almacenada en baterías, e incluso se puede inyectar en la red de distribución eléctrica. (RUFUS MARTÍNEZ, 2010, pág. 15)

Con esta radiación solar se consigue captar la luz del sol y convertirla directamente e electricidad, que se puede emplear en las mismas aplicaciones que tiene en la actualidad. (MADRID, 2009, pág. 283)

Gracias a la radiación que produce el sol podemos captar los rayos solares en un panel solar para poderlo distribuir como electricidad a las distintas aplicaciones que tenemos.

## **1.5. Energía Fotovoltaica**

Es la energía eléctrica obtenida por el aprovechamiento de la energía solar lumínica, mediante células fotoeléctricas que, determinadas condiciones, reaccionan liberando electrones. (JAQUENOD DE ZSOGON, 2007, pág. 48)

La energía solar fotovoltaica es una fuente de energía renovable y, por tanto, inagotable, limpia y se puede aprovechar en el mismo lugar en que se produce. (autogestionada). La sostenibilidad energética en un futuro vendrá dada por el uso de las energías renovables. (MENDEZ MUÑIS & CUERVO GARCIA, 2007, pág. 15)

Se denominan energía solar fotovoltaica a una forma de obtención de energía eléctrica a través de paneles fotovoltaicos, dichos paneles proceden de la energía que se generan gracias a la energía solar.

### **1.5.1 Célula fotovoltaica**

Los principios básicos del efecto fotoeléctrico fueron enunciados por el físico alemán Heinrich Rudolf Hertz en 1887. Este observó que, entre dos esferas metálicas a diferente potencial, la chispa saltaba más fácilmente si eran fuertemente iluminadas. Otros experimentos le llevaron a la conclusión de que los metales emiten cargas negativas bajo la acción de la luz, fenómeno al que llamó efecto fotoeléctrico.

El efecto de la luz sobre las superficies metálicas puede ser de tres tipos:

- Fotoemisor, que provoca un arranque de electrones, con emisión de los mismos.
- Fotoconductor, que modifica la conductividad del metal.
- Fotovoltaico, que crea una fuerza electromotriz en el metal.

Este último efecto fue el fundamento de las células fotovoltaicas. Ya en 1954 se fabricó una célula capaz de convertir, de modo eficaz, la luz solar en corriente eléctrica. Debido a la crisis energética sufrida por los países industrializados se ha despertado recientemente un especial interés en la tecnología de estos dispositivos. (VALENTÍN LABARTA, 2012, pág. 30)

La célula fotovoltaica es un semiconductor formado por una fina capa de material semiconductor, generalmente silicio, con un tratamiento especial. La célula fotoeléctrica es un verdadero generador eléctrico, muy pequeño, que proporciona una tensión en torno 0,5 V y una pequeña corriente eléctrica.

El efecto fotovoltaico es una propiedad que tienen ciertos semiconductores contruidos a basa de silicio, para transformar luz solar (fotones), en electricidad. El elemento fotovoltaico (célula solar fotovoltaica) está constituido por dos materiales (P y N) de diferente conductividad, que son:

Zona P: las impurezas de boro en silicio generan la zona P, que es positiva por tener un electrón menos que el silicio.

Zona N: Las impurezas de fosforo en el silicio generan la zona N, que es negativa por tener un electrón más que el silicio.

Al cerrar el circuito estando sometido el elemento a la radiación solar, se crea una corriente desde N hacia P. (ROLDAN VILORIA, Energías renovables, 2013, pág. 95)

**Figura 1.4.** Célula fotovoltaica



**Fuente:** Energías renovables

A lo ya expuesto un apunte de Pedro Prieto el problema que tenemos en el planeta tierra es que el 88% de la energía primaria que se consume es fósil y solo el 12% es consumido en forma eléctrica. Eso sale, así a ojo de buen cubero, que para producir el 12% que el mundo consume en forma eléctrica, hay que meter en funcionamiento las 440 centrales nucleares, todas las presas hidroeléctricas y además, muchas energía fósil (carbón, carbón, petróleo) del que entran 100 unidades energéticas en las centrales y sale un promedio de 33 unidades en forma eléctrica para llegar a casas, fabricas, etc.

### **1.5.2 El efecto fotoeléctrico**

Si exponemos el conjunto PN a la luz solar, los fotones son absorbidos por los electrones y con la energía aportada se rompen enlaces y se fortalece el campo eléctrico mencionado, con más electrones a la zona N y más huecos a la zona P.

Esto es el llamado efecto fotovoltaico, por medio del cual aparece una tensión eléctrica entre los bordes externos de cada zona. Si comunicamos ambos bordes

con un conductor con cierta resistencia, circula una corriente eléctrica. (VALENTÍN LABARTA, 2012, pág. 31)

Imaginemos ahora que la unión PN está expuesta a la luz del sol. En este caso, los electrones de la red absorben los fotones. La energía que aportan estos fotones rompe enlaces y forma nuevos pares electrón-hueco; el campo eléctrico de la unión hace que los electrones migren hacia la región N y los huecos, hacia la región P. A este proceso se le denomina efecto fotoeléctrico.

Si en el borde exterior de la región N y de la P situamos sendas conexiones eléctricas y las conectamos a través de una resistencia, por dicho circuito fluye una corriente eléctrica.

Pero hay una parte de los portadores de carga que no llega a esos terminales, sino que se recombina con su portador opuesto: la recombinación de electrones y huecos no produce energía, sino que se cuenta entre las pérdidas que limitan el rendimiento de la célula fotoeléctrica. (MORO VALLINA, 2010, págs. 33-34)

Es la liberación de electrones de una sustancia expuesta a la radiación electromagnética. El número de electrones emitidos depende de la intensidad de la radiación. El efecto es un proceso cuántico en el que la radiación se considera como un chorro de fotones, cada uno de ellos con una energía.

### **1.5.3 Módulo fotovoltaico**

Es una célula solar típica posee en la actualidad una superficie de 243 centímetros cuadrados y produce aproximadamente una potencia cercana a los 4 vatios, con una tensión de 0,5 voltios y una intensidad de entre 7 y 8 amperios. El escaso valor de la tensión y la potencia hace necesaria la conexión de varias células en serie. Por ello, se suelda el conector superior (negativo) de una célula con el conector inferior (positivo).

La mayor parte de los módulos o paneles fotovoltaicos posee entre 36 y 96 células conectadas en serie. En la primera época de las instalaciones fotovoltaicas, su aplicación principal era las instalaciones aisladas, en las que se empleaban baterías de 12 voltios para el almacenamiento de la energía.

Para asegurar un proceso de carga óptima se empleaba una asociación en serie de entre 36 y 40 células, que proporcionaba una tensión de salida de 17 voltios. En la actualidad, los módulos estándar llegan a entregar una potencia de hasta 300 vatios, con unos valores de tensión en el MPP que rondan habitualmente los 30 voltios. (MORO VALLINA, 2010, pág. 37)

Respecto a la fabricación de módulos fotovoltaicos podemos decir que básicamente hay una tecnología predominante, y que está basada en el silicio, aunque hay otras tecnologías que utilizan otras combinaciones de elementos pero que tienen una cuota de mercado muy pequeña con tendencia a desaparecer, por ser más baratas las tecnologías del silicio. (ROLDAN VILORIA, 2013, pág. 178)

Los paneles o módulos fotovoltaicos están formados por un conjunto de celdas que producen electricidad a través de la luz que incide sobre ellos. La mayor parte de los módulos o paneles fotovoltaicos posee entre 36 y 96 células conectadas en serie.

## **1.6. Diseño de Paneles Solares**

Los paneles solares como módulos que son capaces de aprovechar la energía emanada por el Sol, más comúnmente conocida como radiación solar. Este término abarca también a los colectores solares que se emplean para originar agua caliente y a los paneles fotovoltaicos que se usan para generar electricidad.

**Los paneles solares de tipo fotovoltaicos se encuentran compuestos por cientos de celdas** que se encargan de convertir la luz en electricidad; estas celdas, muchas



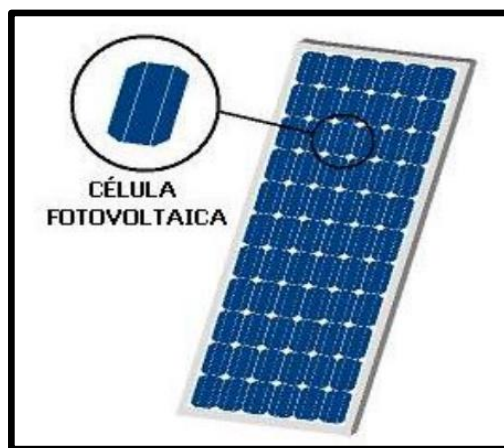
veces son denominadas celdas fotovoltaicas, que tiene como significado “luz-electricidad”.

### 1.6.1 Panel solar fotovoltaico

También llamados módulos solares, son placas formadas por un conjunto de celdas fotovoltaicas que son dispositivos compuestos de materiales semiconductores que captan la energía contenida en la radiación solar y la transforma en una corriente eléctrica, mediante el efecto fotovoltaico.

(PABON HERRERA, 2012, pág. 15)

**Figura 1.5.** Célula y panel fotovoltaico



**Fuente:** (<http://www.mayoristasolar.com/tipos.php>, 2011)

Esta energía la conseguimos por medio de paneles solares fotovoltaicos exhibidos al sol. Esta energía es a nivel global la más difundida para electrificación en zonas remotas en donde la red pública no ha alcanzado. Es la más factible para la producción de electricidad en zonas remotas como las que existen en Perú y Ecuador.

Una definición técnica para la energía solar fotovoltaica sería:

La energía solar fotovoltaica es una forma de obtención de electricidad por medio de paneles solares fotovoltaicos. Los paneles o módulos fotovoltaicos están

compuestos por dispositivos semiconductores tipo diodo (células fotovoltaicas) que, al recibir la radiación solar, se estimulan y generan saltos electrónicos, generando diferencias de potencial en sus extremos.

El acoplamiento en serie de estas células permite obtener voltajes en corriente continua, adecuados para alimentar dispositivos electrónicos sencillos o a mayor escala, esta corriente eléctrica continua generada por los paneles se puede transformar en corriente alterna e inyectar en la red eléctrica. (GONZÁLEZ PEÑAFIEL, ZAMBRANO MANOSALVAS, & ESTRADA PULGAR, 2014, pág. 20)

### **1.6.2 Procedimiento de fabricación de las células fotovoltaicas.**

La mayoría de células y módulos fotovoltaicos, emplean silicio, en sus formas monocristalina, policristalina o amorfa como material semiconductor de base. Actualmente es una tecnología bien desarrollada y fiable pero tiene un alto grado de complejidad ya sea en la fabricación de células de silicio mono o policristalino y presenta las siguientes etapas básicas de fabricación: (PABON HERRERA, 2012, pág. 17)

- Obtención de silicio de grado metalúrgico.
- Purificación del silicio.
- Crecimiento de los cristales de silicio.
- Producción de las obleas de material semiconductor de base.
- Ataque químico y texturización.
- Formación de la unión.
- Colocación de los contactos metálicos.
- Tratamiento antireflexivo.

### **1.6.3 Vida útil de un panel.**

En un panel trabajando como generador su vida útil depende de la construcción del mismo y no de la vida útil de las células, ya que no se conoce el límite de la

vida útil de un semiconductor. Los paneles que usan láminas plásticas en la superficie colectora suelen perder hasta un 20% del valor inicial de transmisividad después de aproximadamente 20 años de uso.

Los paneles que usan vidrio templado pierden sólo un 5% de transmisividad, ya que este material resiste mejor la acción deteriorante de los rayos ultra-violetas. La alta calidad de los paneles ofrecidos en el mercado se refleja en las amplias garantías ofrecidas por los fabricantes limitadas a un uso correcto las que se extienden entre 20 y 25 años de uso. (PABON HERRERA, 2012, pág. 18)

Además la vida útil media a máximo rendimiento se sitúa en torno a los 25 años, periodo a partir del cual la potencia entregada disminuye por debajo de un valor considerable, la pérdida efectiva anual de una celda solar funcionando está estimado en el 0,5% (GONZÁLEZ PEÑAFIEL, ZAMBRANO MANOSALVAS, & ESTRADA PULGAR, 2014, pág. 21)

#### **1.6.4 Tipos de paneles fotovoltaicos.**

Existe en el mercado fotovoltaico una gran variedad de fabricantes y modelos de módulos solares. Podemos clasificar a los paneles de acuerdo al material que son construidos y en función de su forma. (PABON HERRERA, 2012, pág. 18)

##### **1.6.4.1 Tipos de paneles en función de los materiales.**

Los paneles se clasifican de acuerdo al tipo de materiales semiconductores que los componen y los métodos de fabricación que se utilicen. Entre estos tenemos:

###### ***1.6.4.1.1 Panel solar de silicio puro monocristalino:***

El Panel solar de silicio puro monocristalino está formado por secciones de una barra de silicio perfectamente cristalizado en una sola pieza. Se han alcanzado

rendimientos máximos del 24,7% en laboratorio y en paneles comerciales rendimientos del 16 %. (PABON HERRERA, 2012, págs. 18-19)

**Figura 1.6.** Panel solar de silicio monocristalino

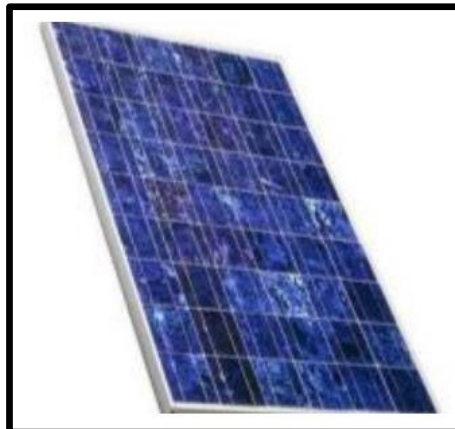


**Fuente:** (<http://www.mayoristasolar.com/tipos.php>, 2011)

***1.6.4.1.2 Panel solar de silicio puro policristalino:***

Los materiales son similares a los del panel monocristalino pero el proceso de cristalización del silicio es diferente. Estos paneles tienen una superficie con un aspecto granulado debido a que está compuesto por secciones de una barra de silicio que se ha estructurado en forma de pequeños cristales. Se obtiene un rendimiento en laboratorio del 19% y en paneles comerciales un rendimiento del 14%, siendo su precio también más bajo. (PABON HERRERA, 2012, págs. 19-20)

**Figura 1.7.** Panel solar puro policristalino



**Fuente:** (<http://www.mayoristasolar.com/tipos.php>, 2011)

El silicio cristalizado de los paneles fabricados siguiendo esta tecnología presenta un grosor considerable. Mediante el empleo del silicio con otros materiales semiconductores es posible conseguir paneles más finos y versátiles que permiten incluso en algún caso su adaptación a superficies irregulares. Son los denominados paneles de lámina delgada. Así pues, los tipos de paneles de lámina delgada son:

- Silicio amorfo (TFS).
- Teluro de cadmio.
- Arseniuro de galio.
- Diseleniuro de indio y cobre.
- Paneles solares tándem.

Los tipos de paneles más comercializados actualmente son los de silicio monocristalino, policristalino y amorfo.

**Tabla 1.1. Rendimientos de diferentes paneles fotovoltaicos**

<b>Tipo de material</b>	<b>Rendimiento en condiciones ideales de laboratorio</b>	<b>Rendimiento de paneles solares comerciales</b>
Silicio Puro Monocristalino	24,70 %	16 %
Silicio Puro Policristalino	19,80 %	14 %
Silicio Amorfo	13,00 %	8 %
Teluro de Cadmio	16,00 %	8 %
Arseniuro de Galio	25,70 %	20 %
Diseleniuro de Cobre en Indio	17,00 %	9 %
Tándem	35,00 %	No disponible en versión comercial

**Elaborado por:** Sinchiguano Vega Wellington Paúl.

### 1.6.5 Cálculo de una instalación fotovoltaica

En el cálculo de una instalación fotovoltaica hay que seguir los siguientes pasos:

1.- Calcular la demanda media diaria de electricidad hay que saber los equipos que se conectarán a la instalación y su consumo. Se debe tener en cuenta tanto los aparatos que funcionan con corriente continua (CC) como los que funcionan con corriente alterna (AC).

En cualquier caso hay que tener en cuenta que la mayoría de los aparatos funciona correctamente con AC, por lo que para simplificar la instalación, ya solo se considera esta última. Así se podría aplicar la siguiente fórmula:

**(Consumo de aparato nº 1 x horas conectadas +.....) x Fc = Consumo total**

Es decir, se pone todos los aparatos, (1, 2,3..... n), se multiplica por las horas que estarán conectados (cifras medias) y se multiplica por un factor de corrección (Fc) Este factor de corrección compensa las pérdidas en la instalación. Por ejemplo, en el inversor, al pasar de corriente continua a corriente alterna se producen pérdidas. Estas pérdidas se incrementan el consumo total en un 40 por ciento en corriente alterna. El factor de corrección es: 1,4.

2.- calcular la energía diaria que puede suministrar un módulo. Por ello hay que saber las radiaciones solares de la zona, las horas del sol, la inclinación y la orientación más adecuada para el módulo. Se puede aplicar la fórmula:

Electricidad suministrada por un módulo = potencia del módulo por x factor regional.

En España ese valor es de 4 Wh como mínimo.

3.- Cálculo de los módulos solares fotovoltaicos (FV) necesarios. Podemos aplicar la siguiente fórmula:

$$\text{Módulos FV necesarios} = \frac{\text{Demanda media diaria (en Wh)}}{\text{energía diaria suministrada por el módulo (Wh)}}$$

4.- Cálculo de las baterías necesarias para la autonomía del sistema. En este caso se puede aplicar la siguiente fórmula:

$$B = \frac{D \cdot A}{N \cdot C}$$

**Siendo:**

**B** Número de baterías “C”, en paralelo

**D** Demanda de energía diaria (Ah)

**A** Autonomía del sistema (días)

**N** Nivel tolerable de descarga (0,5. 0,8)

**C** Capacidad de la batería (Ah)

La autonomía del sistema es el número de días que la batería (totalmente cargada al comienzo), puede asegurar un suministro normal, sin necesitar carga. En aplicaciones domésticas se consideran 2 días como una buena autonomía. (MADRID, 2009, págs. 364-365)

## 1.6.6 Componentes de las instalaciones solares fotovoltaicas

### 1.6.6.1 Módulos o paneles fotovoltaicos

El módulo está formado por células conectadas en serie, muchos son de 36, que hacen una tensión aproximada de 18-21 voltios (0,5-0,6 V cada célula), también hay módulos de 60 células están compuestas por algunos elementos químicos tales como el silicio cristalino y arseniuro de galio, que ayudan a transformar la energía calorífica emanada por el sol en energía eléctrica a niveles de tensión

continua que marcaran los niveles de tensión que trabajaran los paneles solares (6V, 12V, 24V).

El encapsulante que es un deterioro, puesto que la protege de las inclemencias de la naturaleza como el sol, la lluvia y el polvo. (GONZÁLEZ PEÑAFIEL, ZAMBRANO MANOSALVAS, & ESTRADA PULGAR, 2014, pág. 38)

Que son los que reciben las radiaciones solares y las convierten en una corriente eléctrica continua. (MADRID, 2009, pág. 364)

### **1.6.6.2 Regulador de carga**

Para regular el paso de la electricidad desde los módulos a los puntos de consumo o a la batería, garantizando una larga vida útil para la misma. Téngase en cuenta que en las instalaciones solares fotovoltaicas, las baterías están sometidas a ciclos de carga y descargas constantes, por lo que sufren mucho si la regulación no es buena. El regulador controla la tensión (V) y la corriente (I).

Nos da también las siguientes informaciones: indicación de batería cargada totalmente, indicación de batería en proceso de carga y protección contra carga excesiva. Tiene también sensores de temperatura para que la carga se desarrolle correctamente. (MADRID, 2009, pág. 364)

Este dispositivo nos permite proteger a la batería en caso de sobrecarga o descargas, protegiéndola y evitando averías. El regulador monitorea constantemente la tensión de la batería o del banco de baterías y cuando la misma se encuentra cargada interrumpe el proceso de carga abriendo el circuito entre los paneles y la batería, entonces cuando el sistema comienza a ser utilizado y las baterías inician la descarga el regulador nuevamente conecta el sistema. (GONZÁLEZ PEÑAFIEL, ZAMBRANO MANOSALVAS, & ESTRADA PULGAR, 2014, pág. 40)



### **1.6.6.3 Baterías especiales**

La energía obtenida a partir de las celdas es acumulada en un banco de baterías, la cual es almacenada durante el tiempo que se tiene contacto con los rayos del sol, además las baterías proporcionan una intensidad de corriente que no proporcionan las celdas. (OLMEDO VEGA, 2012, pág. 17)

Las baterías dan una energía constante aunque los paneles capten a intervalos. Pueden suministrar una potencia más alta, como, en el arranque de fluorescentes o motores.

La capacidad dependerá de la radiación solar; las baterías más utilizadas son las estacionarias o de ciclo profundo. La mayoría de Plomo-Acido, ya que las de níquel o litio son más caras.

Como desventajas podemos decir que:

- Aumentan los costos
- Mantenimiento
- E instalación más compleja

Ya que como hemos dicho están sometidas a continuos ciclos de carga y descarga. (GONZÁLEZ PEÑAFIEL, ZAMBRANO MANOSALVAS, & ESTRADA PULGAR, 2014, pág. 38)

### **1.6.6.4 Inversor**

Igualmente llamado convertidor, para transformar la corriente continua (12 V, por ejemplo) recibida de los paneles solares, en corriente alterna (230 V). Hay que tener en cuenta que la mayoría de los aparatos modernos (televisores, ordenadores, hornos microondas, equipos de sonido, etc.) funcionan con corriente alterna.

Estos inversores deben llevar protección contra sobrecarga del sistema, exceso de temperatura, batería baja e inversión de polaridad. (MADRID, 2009, pág. 364)

La función de un inversor es cambiar un voltaje de entrada de corriente continua desde los paneles solares, a un voltaje simétrico de salida de corriente alterna, con la magnitud y frecuencia deseada por el usuario o el diseñador. Específicamente los inversores están diseñados para instalaciones aisladas, sin conexión a red y entregan la electricidad en corriente alterna al voltaje y frecuencia en que operan normalmente los equipos eléctricos y electrónicos.

Para proceder a instalar un inversor se debe tener en cuenta la potencia del inversor, si es utilizado para una carga mayor a la que fue diseñado, este dispositivo no funcionara. (GONZÁLEZ PEÑAFIEL, ZAMBRANO MANOSALVAS, & ESTRADA PULGAR, 2014, pág. 41)

**Figura 1.8.** Inversor



**Fuente:** <http://tienda.smartecno.com/inversores-solares-off-grid/78-inversor-victron-180vac-24v.html>

Los inversores son dispositivos electrónicos los cuales permiten interrumpir las corrientes y cambiar su polaridad, de acuerdo con el sistema fotovoltaico, si va a estar aislado de la red o conectado a ella.

## **1.7. Implementación de Energía por Paneles Solares**

Las instalaciones solares admiten múltiples configuraciones para adaptarse a otras tantas necesidades. Su aplicación en viviendas unifamiliares, edificios residenciales, hoteles, etc. Requiere dimensionados diferentes para poder dar el servicio adecuado a sus usuarios.

Así mismo, el número de personas a las que dar servicio de ACS y la condición permanente o temporal de su empleo determinan el volumen de capacitación y acumulación.

En este capítulo se describen diferentes arquitecturas de instalaciones y los criterios básicos para su dimensionado, con una introducción previa las condiciones de área de captación y volumen de almacenamiento respectivamente de dos de sus componentes básicos: el colector solar y el sistema de acumulación. (PERALES BENITO, 2012, pág. 53)

### **1.7.1 Orientación y conexión de los colectores**

#### **1.7.1.1 Integración arquitectónica**

Se tendera a emplear los colectores solares y sus elementos mecánicos de sujeción más adecuados para conseguir la mejor integración en el entorno, colocándolos, si se dan las condiciones adecuadas, de modo paralelo a la envoltura del edificio y, si no es posible esta solución, al menos mantener la alineación con sus ejes principales. (PERALES BENITO, 2012, págs. 53-54)

#### **1.7.1.2 Orientación e inclinación**

Los colectores se orientan en cuanto al azimut al sur en el hemisferio norte y al norte en el del sur, teniendo en cuenta que no se proyecten sombras sobre ellos lo que repercutiría en el rendimiento, y con una inclinación con tres condiciones:

- El valor de la latitud geográfica del lugar para las instalaciones de utilidades en todas las estaciones de año.
- + 10° respecto de lo anterior, si la utilización principal se produce solo durante el invierno.
- - 10° si la utilización principal es solo durante el verano.

No siempre es posible orientar los paneles solares a los puntos geográficos indicados, que corresponden a la situación de máxima captación solar. Razones arquitectónicas pueden impedir esa orientación, por ejemplo porque los paneles deban colocarse sobre las tejas o situaciones similares. (PERALES BENITO, 2012, pág. 54)

Para que un panel fotovoltaico opere al máximo, se debe orientar hacia el sol para captar en su plenitud los rayos, aunque también en días nublados el panel generará electricidad, la orientación de los paneles solares es muy importante. Entre más radiación solar reciban durante todo el día más eficientes serán. Los paneles solares siempre se instalaran con una pequeña inclinación casi horizontal, para que el agua lluvia haga el trabajo de limpieza. (GONZÁLEZ PEÑAFIEL, ZAMBRANO MANOSALVAS, & ESTRADA PULGAR, 2014, pág. 91)

### **1.7.1.3 Energía calorífica necesaria**

La superficie de captación y el rendimiento energético de los paneles o colectores para la instalación a proyectar deben corresponder con la demanda energética prevista si se desea tener plena autonomía. De lo contrario es preciso contar con un medio de apoyo.

De los cálculos respectivos de la situación elegida se desprende la superficie en m<sup>2</sup> a instalar, lo que puede requerir más de un colector por razones de temperatura a alcanzar o por el valor del caudal a suministrar. (PERALES BENITO, 2012, pág. 54)

## **1.7.2. Instalaciones solares fotovoltaicas**

### **1.7.2.1 Instalaciones solares fotovoltaicas aisladas**

Son las que se construyen para dar suministro de electricidad a casas o instalaciones aisladas donde no llega la red de distribución eléctrica. Se utiliza en los casos donde está muy alejada la red eléctrica o donde ni siquiera hay redes eléctricas (cercanas o alejadas).

Lo mismo se puede utilizar en un pequeño puesto meteorológico en lo alto de una montaña, donde no es económico tender un cable hasta la red eléctrica. (MADRID, 2009, pág. 358)

En base a esta tecnología, podemos disponer de energía eléctrica en lugares inaccesibles para las redes de distribución eléctrica. De esta manera es factible suministrar energía eléctrica a casas de campo, refugios de montañas, sistemas de bombeo de agua, instalaciones ganaderas, sistemas de iluminación, sistemas de comunicación, etc.

### **1.7.2.2 Instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red eléctrica**

En este caso la instalación está cerca de una red de distribución de electricidad, por lo que la electricidad producida se puede vender a la red. Por ejemplo, una nave que tiene una instalación fotovoltaica, y en las horas más soleadas tiene un exceso de producción que puede enviar a la red eléctrica, en hora punta, y obtener un beneficio económico. (MADRID, 2009, pág. 358)

Esta aplicación consiste en generar electricidad mediante paneles solares fotovoltaicos e inyectarla directamente a una red de distribución eléctrica. Actualmente, en países como España, Alemania o Japón, las compañías de distribución eléctrica están obligadas por ley a comprar la energía inyectada a su red por estas centrales fotovoltaicas.

### **1.7.2.3 Centrales solares fotovoltaicas**

También se les conoce con el nombre de “huertos solares”. Vimos el caso anterior de una nave cuya finalidad principal es producir electricidad solar para su propio consumo, pero que vende el exceso de electricidad solar producida a la red eléctrica.

Ahora vamos a ver el caso de instalaciones solares fotovoltaicas, cuya única finalidad es vender la electricidad a la red eléctrica. Este tipo de instalaciones suele ser muy grandes para optimizar la producción. (MADRID, 2009, pág. 358)

## CAPÍTULO II

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### Breve Caracterización de la Empresa

El presente proyecto de investigación se realizó en la Agrícola “Lucila” que se encuentra ubicado en el Recinto Tres Coronas, Cantón La Maná, Provincia de Cotopaxi.

#### 2.1. Reseña histórica de la Agrícola “Lucila”

La Agrícola “Lucila”, está ubicada en el Recinto Tres Coronas comenzó como una pequeña finca en donde solo cultivaba doce hectáreas y las labores de campo las realizaba el propietario, junto a otro jornalero para que ayude, en el transcurso de los años se incrementó a 92 hectáreas más las cuales se dividen en 6 lotes los cuales están ubicados en el Cantón La Maná y el Cantón Valencia.

**Tabla 2.1.** Ubicación de la Agrícola “Lucila”

Cantón	Recinto	Nº de Lotes	Nº de Hectáreas
La Maná	Tres Coronas	Agrícola “Lucila” # 1	12 H
La Maná	Buenaventura	Agrícola “Lucila” # 2 y 6	30 H
La Maná	San Agustín	Agrícola “Lucila” # 3	20 H
Valencia	El tarro	Agrícola “Lucila” # 4 y 5	30 H

**Fuente:** Agrícola “Lucila”

En la actualidad hay 80 personas trabajando entre el personal administrativo y el personal de campo las cuales trabajan fijos en la bananera.

Desde 2000 nos hemos dedicado a la exportación de Banano Cavendish de primera calidad, teniendo una producción de tres a cuatro mil cajas semanales, procesándolas en tres o cuatro días, se cuenta con una planta empacadora totalmente adaptada para el proceso.

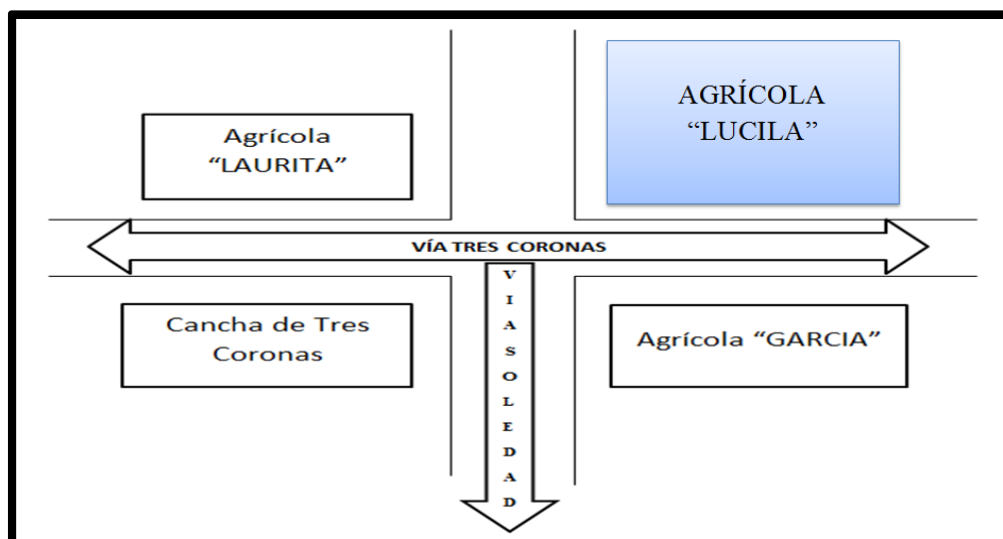
Además esta empresa cuenta con un personal adecuado para realizar su labor diaria, la cual se encuentra distribuidos así: un espacio amplio y adecuado para el ingreso de los vehículos de carga como para el personal que trabaja en el proceso de producción, cuartos de bodega para guardar los materiales del embarque.

En los exteriores de la empresa se consta la presencia de un parqueadero para los Vehículos.

### 2.1.1 Ubicación Geográfica de la Agrícola “Lucila”

La Agrícola “Lucila” está ubicada en el Recinto Tres Coronas, Cantón La Maná, Provincia de Cotopaxi.

**Figura 2.1.** Localización de la Agrícola



**Elaborado por:** Sinchiguano Vega Wellington Paúl.



## 2.2 Datos Informativos

En la siguiente tabla se detallará los datos informativos de la Agrícola “Lucila”

**Tabla 2.2.** Datos informativos

<b>Nombre de la empresa:</b>	Agrícola “Lucila”
<b>Gerente:</b>	Sr. José Vega Brito
<b>Dirección:</b>	Tres Coronas
<b>Ciudad:</b>	La Maná
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi
<b>Teléfono:</b>	2687-762
<b>Correo electrónico:</b>	Agricolalucila@hotmail.com

**Elaborado por:** Sinchiguano Vega Wellington Paúl.

## 2.3 Personal Administrativo y de Producción.

### 2.3.1 Área administrativa oficina

- Jefe administrativo
- Secretaria
- Contador
- Auxiliares contables
- Guardián
- Administrador general
- Cocinera

### 2.3.2 En el campo.

- Loteros
- Enfundadores

### **2.3.3 Área de producción.**

- Jefe de campo
- Jefe de tina
- Palanqueros
- Arrumadores
- Piolero
- Garrucheros
- Saca protector
- Fumigador de cochinilla
- Lava cochinilla
- Desmanador
- Apara mano
- Saca tallo
- Saneadores
- Lavadoras
- Revisa cochinilla
- Pesadores
- Etiquetero
- Fumigador
- Embaladores
- Ligador
- Esquivador
- Pega cartón
- Fondera

### **2.4 Misión**

Producir la fruta con óptima calidad, volúmenes y comercializarla respetando los precios oficiales, a todos los mercados de consumo, nacionales e internacionales, satisfaciendo las necesidades y expectativas de los clientes, productores y colaboradores de la empresa.

## 2.5 Visión

Nos vemos como el primer productor a nivel nacional de banano, reconocidos por nuestra calidad, y tratamiento de la fruta, salvaguardando el medio ambiente y contribuyendo al desarrollo del país.

## 2.6. Operacionalización de las Variables

**Tabla 2.3.** Operacionalización de las variables

<b>Variables</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Subdimensión</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Técnica/ Instrumento</b>
Paneles solares	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Demanda</li> <li>➤ Diagnóstico del Material</li> <li>➤ Protecciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Carga</li> <li>➤ Equipos Instalados</li> <li>➤ Conductores</li> <li>➤ Canalizaciones</li> <li>➤ Disyuntores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Empacadora</li> <li>➤ Recamaras</li> <li>➤ Pasillos</li> <li>➤ Principales</li> <li>➤ Secundarios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Encuesta</li> <li>➤ Observación</li> <li>➤ Observación</li> </ul>
Capacidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Potencia</li> <li>➤ Voltaje</li> <li>➤ Pérdidas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Activa</li> <li>➤ Caída de Tensión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Tablero</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Encuesta</li> <li>➤ Observación</li> </ul>

**Elaborado por:** Sinchiguano Vega Wellington Paúl.

## 2.7 Metodología de la Investigación

El trabajo a realizarse se fundamentará en el diseño experimental mediante el estudio de carga instalada que se deberá realizar de manera primordial, porque este estudio es el punto de partida del proyecto, el estudio de carga es un análisis de la potencia de todos los aparatos, elementos y equipos instalados en la Agrícola.

Mediante la experimentación del estudio de carga se podrá determinar las condiciones técnicas como calibres de conductores mediante cálculos aplicados a las instalaciones de la Agrícola y con estos datos podremos experimentalmente dimensionar la capacidad de los paneles solares que se plantea instalar en el proyecto.

## 2.8 Tipo de Muestra

### 2.8.1 Análisis e Interpretación de Resultados de la Investigación de Campo

La población universo inmersa en la investigación, está compuesta por la población de los empleados y familiares de la Agrícola “LUCILA” del Recinto Tres Coronas.

**Tabla 2.4.** Población

<b>Estrato</b>	<b>Datos</b>
Familiares	20
Empleados	80
<b>Total</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Agrícola “Lucila”-La Maná

## 2.8.2 Tamaño de la muestra

Para el cálculo del tamaño de la muestra se utilizará la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N}{E^2 (N - 1) + 1}$$

Dónde:

N = Población

n = Tamaño de la muestra

E = Error (0,05)

Desarrollo de la fórmula:

$$n = \frac{100}{(0,05)^2 (100 - 1) + 1}$$

$$n = \frac{100}{(0,0025) (99) + 1}$$

$$n = \frac{100}{0,2475 + 1}$$

$$n = \frac{100}{1,2475}$$

$$n = 80$$

Por lo expuesto, la investigación se establecerá con los resultados de 80 trabajadores a encuestar. La muestra es una parte de la población que guarda las características de tamaño representativo, por lo tanto, los resultados obtenidos con la aplicación del muestreo fueron validos por todos los trabajadores de la Agrícola.

## 2.9. Presentación, Análisis e Interpretación de los Resultados

### 2.9.1 Análisis e Interpretación de los resultados de las encuestas aplicadas a los trabajadores y familiares de la Agrícola “Lucila”

En base de las preguntas planteadas a los trabajadores y familiares se ha podido obtener los siguientes resultados que se constituyen en fuente fidedigna para poder diseñar e implementar los paneles solares.

#### 1. ¿Cómo considera la eficiencia de la energía eléctrica en la Agrícola “Lucila”?

**Tabla 2.5.** Eficiencia de la energía eléctrica

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Bueno	50	62.5%
Malo	10	12.5%
Regular	20	25%
<b>TOTAL</b>	<b>80</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Encuesta Agrícola “Lucila”-La Maná

**Elaborado por:** Sinchiguano Vega Wellington Paúl

**INTERPRETACIÓN:** De la encuesta realizada se pudo observar que el 62.5% de trabajadores están satisfechos por la eficiencia de la energía eléctrica, mientras que el 12.5% consideran que es malo y el 25% dicen que es regular. (Ver anexo 2)

**2. ¿Usted piensa que las instalaciones eléctricas en la Agrícola “Lucila” son seguras?**

**Tabla 2.6.** Instalaciones eléctricas en la Agrícola “Lucila”

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
Si	60	75%
No	20	25%
<b>TOTAL</b>	<b>80</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Encuesta Agrícola “Lucila”-La Maná

**Elaborado por:** Sinchiguano Vega Wellington Paúl

**INTERPRETACIÓN:** Se puede considerar que el 75% de los encuestados indican que las instalaciones eléctricas en la Agrícola “Lucila” son seguras y en un 25% dicen que no lo son. (Ver anexo 3)

**3. ¿Cree que es necesario la implementación de un panel solar en la Agrícola “Lucila”?**

**Tabla 2.7.** Implementación de un panel solar

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
Si	75	93.75%
No	5	6.25%
<b>TOTAL</b>	<b>80</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Encuesta Agrícola “Lucila”-La Maná

**Elaborado por:** Sinchiguano Vega Wellington Paúl

**INTERPRETACIÓN:** El 93.75% cree que si es necesario la implementación de unos paneles solares para abastecer la energía eléctrica al momento del proceso de la cajas de banano y un 6.25% no está de acuerdo. (Ver anexo 4)

**4. ¿Cómo considera la instalación de un panel solar para que continúen los procesos de empaque si existiera un corte de energía?**

**Tabla 2.8.** Instalación de un panel solar

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Bueno	55	68.75%
Malo	5	6.25%
Regular	20	25%
<b>TOTAL</b>	<b>80</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Encuesta Agrícola “Lucila”-La Maná

**Elaborado por:** Sinchiguano Vega Wellington Paúl

**INTERPRETACIÓN:** El 68.75% considera que la instalación de un panel solar serviría mucho para que continúe los procesos de embarque, el 6.25% consideran que es malo y en un 25% expresan que es regula. (Ver anexo 5)

**5. ¿Usted ha perdido horas de trabajo por falta de energía eléctrica durante su jornada en la Agrícola “Lucila”?**

**Tabla 2.9.** Falta de energía eléctrica

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	70	87.5%
No	10	12.5%
<b>TOTAL</b>	<b>80</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Encuesta Agrícola “Lucila”-La Maná

**Elaborado por:** Sinchiguano Vega Wellington Paúl

**INTERPRETACIÓN:** Se puede apreciar que el 87.5% de los trabajadores dicen que se ha perdido tiempo de trabajo por la falta de energía eléctrica ya que las cajas de banano tienen que ser aspiradas y el 12.5% expresan que no. (Ver anexo 6)



**6. ¿Cómo considera el grado de iluminación en la Agrícola “Lucila” para el desarrollo de las actividades de proceso?**

**Tabla 2.10.** Iluminación en la Agrícola

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
Bueno	45	56.25%
Malo	10	12.5%
Regular	25	31.25%
<b>TOTAL</b>	<b>80</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Encuesta Agrícola “Lucila”-La Maná

**Elaborado por:** Sinchiguano Vega Wellington Paúl

**INTERPRETACIÓN:** Del resultado obtenido en la encuesta realizada a los trabajadores de la Agrícola “Lucila” en un 56.25% está satisfecho por la iluminación de la empacadora, el 12.5% indica que es mala la iluminación y en el 31.25% se considera que es regular. (Ver anexo 7)

**7. ¿Cómo considera la distribución de los tomacorrientes de la Agrícola Lucila?**

**Tabla 2.11.** Distribución de los tomacorrientes

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
Bueno	48	60%
Malo	8	10%
Regular	24	30%
<b>TOTAL</b>	<b>80</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Encuesta Agrícola “Lucila”-La Maná

**Elaborado por:** Sinchiguano Vega Wellington Paúl

**INTERPRETACIÓN:** En la encuesta se considera que el 60% de los trabajadores dicen que es buena la distribución de toma corrientes, en cambio el 10% considera que es malo y el 30% dice que es regular. (Ver anexo 8)

**8. ¿Considera que las instalaciones eléctricas existentes tienen riesgos para la seguridad de los trabajadores?**

**Tabla 2.12.** Instalaciones eléctricas existentes

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	16	20%
No	64	80%
<b>TOTAL</b>	<b>80</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Encuesta Agrícola “Lucila”-La Maná

**Elaborado por:** Sinchiguano Vega Wellington Paúl

**INTERPRETACIÓN:** El 20% de los encuestados considera que las instalaciones eléctricas de la Agrícola no se encuentran con la seguridad necesaria y el 80% considera que no tiene riesgos. (Ver anexo 9)

**9. ¿Considera que las instalaciones eléctricas de la Agrícola “Lucila” cuentan con protecciones adecuadas?**

**Tabla 2.13.** Las instalaciones eléctricas de la Agrícola “Lucila” cuentan con protecciones adecuadas

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	56	70%
No	24	30%
<b>TOTAL</b>	<b>80</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Encuesta Agrícola “Lucila”-La Maná

**Elaborado por:** Sinchiguano Vega Wellington Paúl

**INTERPRETACIÓN:** De la siguiente pregunta que se realizó el 70% de los encuestados consideran que las instalaciones eléctricas de la Agrícola “Lucila” cuentan con todas las protecciones adecuadas y el 30% considera que no tiene la protección adecuada. (Ver anexo 10)

**10. ¿Considera que los paneles solares son riesgosos para el fluido de energía en la Agrícola Lucila?**

**Tabla 2.14** Paneles solares son riesgosos para el fluido de energía

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	66	82.5%
No	14	17.5%
<b>TOTAL</b>	<b>80</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Encuesta Agrícola Lucila-La Maná

**Elaborado por:** Sinchiguano Vega Wellington Paúl

**INTERPRETACIÓN:** De la encuesta realizada el 6.25% consideran que si es riesgoso un fluido de energía, mientras que el 93.75% no afecta a las labores a realizar en el proceso de las cajas de banano. (Ver anexo 11)

## 2.10 Investigación de Campo

El presente proyecto de investigación se apoya en información que se consiguió mediante una encuesta aplicada a los trabajadores y familiares de la Agrícola “Lucila”, con esta investigación se dio a conocer la falta de energía eléctrica para desarrollar el proceso de las cajas de banano.

### 2.10.1 Técnicas e Instrumentos

El método a utilizarse para la selección de la muestra es el aleatorio estratificado proporcional, por tal motivo se presenta el siguiente cuadro.

**Tabla 2.15.** Aleatorio estratificado proporcional

<b>Estrato</b>	<b>Población</b>	<b>Fracción Distributiva</b>	<b>Muestra</b>
Familiares	20	0.8	16
Empleados	80	0.8	64
<b>Total</b>	<b>100</b>		<b>80</b>

**Elaborado por:** Sinchiguano Vega Wellington Paúl

$$f = \frac{n}{N}$$

$$f = \frac{80}{100}$$

$$f = 0.8$$

Dónde:

**f**= Factor de Proporcionalidad

**n**= Tamaño de la Muestra

**N**=Población Universo

Por tanto, se debe aplicar 16 encuestas a familiares, 64 encuestas a empleados según los datos que se presentan en el cuadro.

## **2.11 Métodos y Técnicas**

La investigación aplicará inducción por cuanto los resultados de la encuesta se generalizarán para todas las instalaciones existentes en la Agrícola “LUCILA” del Recinto Tres Coronas del Cantón La Maná, además los aspectos positivos que

se obtendrán, serán recomendados para su aplicación a lo largo de todas las Agrícolas del país.

Se utilizará deducción en base a los siguientes razonamientos:

- Los proyectos de montaje de los paneles solares necesitan estudio de cargas instaladas, entonces la instalación del panel debe complementarse con lineamientos que mitiguen los efectos negativos de los cortes de energía imprevistos.
- La tecnología electromecánica es la base de la instalación de paneles, por tanto la electromecánica será la base para la el montaje del panel en los predios de la Agrícola.

Es importante que la investigación trabaje con el método de análisis, para identificar las partes del montaje del panel y las relaciones existentes entre ellas, con la finalidad de realizar adecuadamente el experimento.

- Se considera que los elementos son: Cálculo de la demanda requerida, Dimensionamiento de la capacidad del panel solar, Sistema de control.
- Y las principales relaciones entre los elementos son: La carga instalada, demanda de energía y los sistemas de protecciones.

Posteriormente se estudiará los elementos establecidos del Montaje de los paneles solares de Emergencia (se hace necesario incluir el estudio de carga y la elaboración de los manuales de especificaciones técnicas) con el fin de verificar que cada uno de ellos, reúna los requerimientos necesarios para llegar a cumplir con los objetivos propuestos.

Estos datos se efectuarán mediante encuestas y observaciones aplicables a las instalaciones eléctricas existentes, observaciones de campo según las

operacionalización de las variables y análisis documentales de mediciones. El manejo estadístico se establecerá con la utilización de frecuencias, moda porcentajes, promedios etc.

## **2.12 Justificación**

El presente proyecto justifica la investigación del tema diseño e implementación de un sistema automatizado con paneles solares para obtener energía redundante de dc/ac en la Agrícola “Lucila” del Recinto Tres Coronas del Cantón La Maná. Tiene la finalidad de satisfacer las necesidades de los trabajadores, además mediante la energía solar se podrá obtener electricidad la cual se aprovechará para la empresa.

En la realización del proyecto investigativo se pondrá en práctica los resultados obtenidos durante la investigación. Por lo consiguiente los recursos financieros, humanos y materiales necesarios serán financiados por el alumno participante para una mejor factibilidad y viabilidad del proyecto.

Todo este aporte metodológico constituye elementos importantes para un proyecto más grande el cual será analizado por la empresa de ser aprobado se dará paso a seguir con el estudio para implementar más paneles solares y baterías las cuales abastecerán a mas equipos de la empresa.

Las razones de utilizar instrumentos metodológicos son muchas por la importancia que tiene la implementación de los paneles solares en los últimos tiempos y se utilizaran instrumentos tales como: encuestas, observaciones, entrevistas entre otros.

## **2.13. Objetivos**

### **2.13.1 Objetivo General**

Implementar un sistema automatizado con paneles solares que permita la utilización de la energía solar en la Agrícola Lucila, del Recinto Tres Corona del Cantón La Maná provincia de Cotopaxi, año 2013.

### **2.13.2 Objetivo Específico**

- Implementar un sistema de energía solar (paneles fotovoltaicos) que permita obtener energía eléctrica para suplir las necesidades básicas.
- Determinar la demanda y su relación con la potencia necesaria de los paneles solares.
- Diagnosticar la situación actual de las instalaciones eléctricas de la Agrícola “Lucila”, con esta investigación se dará a conocer un proyecto más grande que le servirá a la empresa.

## **CAPÍTULO III**

### **VALIDACIÓN DE LA APLICACIÓN**

#### **3.1. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO CON PANELES SOLARES**

La siguiente aplicación está incorporada por equipos básicos: paneles solares fotovoltaicos, regulador, batería, inversor y equipos de consumo en 12Vdc.

Estos sistemas básicos son para uso doméstico que se utilizan luminarias que funcionan en 12Vdc, con frecuencias de 50 o 60 Hz. Se incorpora al sistema un inversor de corriente. Es preferible que la iluminación continúe en 12Vdc y se utilice el menor número de equipos en 110Vac.

#### **3.2. Estudio de carga de la Agrícola “Lucila”**

En este capítulo se estudió las cargas eléctricas que es un cálculo importante que se debe hacer en un proyecto eléctrico, para así conocer la demanda de energía eléctrica que se consume.



### 3.2.1. Estudio de carga y demanda

Principalmente el estudio que se realiza a las cargas es para el dimensionamiento del disyuntor que nos permitirá proteger los equipos eléctricos de la agrícola.

**Tabla 3.1.** Cálculo de demanda unitaria de la Agrícola

No.	Descripción	W	Cant.	POTENCIA W	FFUn (%)	CIR (W)	FSn (%)	DMU (W)
1	Luminarias públicas	15	2	30	100	30	70	21
2	Focos ahorradores	40	6	240	100	240	70	168
<b>TOTAL</b>				<b>270</b>		<b>270</b>		<b>189</b>

**Elaborado por:** Wellington Paul Sinchiguano Vega

$$\mathbf{FDM} = \frac{\mathbf{DMU}}{\mathbf{CIR}}$$

$$\mathbf{FDM} = \frac{189}{270}$$

$$\mathbf{FDM} = 0.7$$

### 3.3. Dimensionamiento del disyuntor

El disyuntor es el que nos permite abrir o cerrar el paso de energía eléctrica la cual ayuda a proteger los equipos eléctricos en caso de cortocircuito automáticamente se dispara y corta la energía.

En la Agrícola se requiere un disyuntor que este en la capacidad de trabajar con valores de corriente y voltaje de acuerdo a los equipos eléctricos que hay en la Agrícola. A continuación se procederá a calcular la corriente del disyuntor de acuerdo con la siguiente fórmula:

**Fórmula:**

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

$$I_{ccmx} = D * Fe * I_{cc}$$

**Dónde:**

I= Corriente

D = 1,2

P= Potencia

Fe = 1,5

V= Voltaje

$$I_{cc} = \frac{P}{V} = \frac{30w}{120v}$$

**Desarrollo:**

$$I_{cc} = 2,5$$

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

$$I_{ccmx} = D * Fe * I_{cc}$$

$$I = \frac{270}{120}$$

$$I_{ccmx} = 1,2 * 1,5 * 2,5$$

$$I = 2,5 A$$

$$I_{ccmx} = 4,5 A$$

Por lo tanto para la Agrícola se adquirió un disyuntor de 16 A, ya sobredimensionado para futuras cargas.

**Figura 3.1.** Disyuntor



**Fuente:** Electrocables

### 3.4. Dimensionamiento del cableado

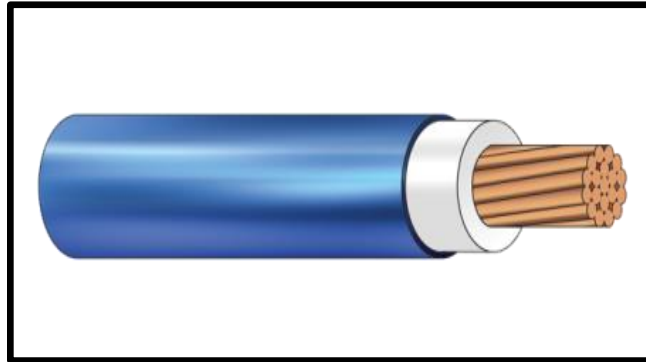
Al seleccionar el conductor adecuado existen tablas establecidas con la sección del conductor y calibre para los distintos valores de corriente, la corriente máxima de la Agrícola ya antes calculado es de 2.5 A, por lo que el conductor de acuerdo a la tabla es de tipo TW, calibre 12 AWG. En la siguiente tabla se muestra las características de los conductores.

**Tabla 3.2.** Calibre de conductores

CONDUCTOR			Espesor de aislamiento (mm)	Diámetro externo Aprox. (mm)	peso total kg/km	Capacidad de corriente (Amp)**
CALIBRE (AWG o kcmil)	Sección Transversal (mm <sup>2</sup> )	No Hilos				
<b>FORMACIÓN SOLIDA</b>						
14	2,08	1	0,76	3,15	25,91	15
12	3,31	1	0,76	3,57	38,15	20
10	5,261	1	0,76	4,11	57,17	30
8	8,367	1	1,14	5,54	94,89	40
<b>FORMACIÓN UNILAY</b>						
14	2,08	19	0,76	3,35	27,13	15
12	3,31	19	0,76	3,79	39,77	20
10	5,261	19	0,76	4,39	59,54	30
8	8,367	19	1,14	5,90	98,88	40
6	33,3	19	1,52	7,60	159,74	55
4	21,15	19	1,52	8,79	239,13	70
2	33,62	19	1,52	10,29	362,80	95
1	42,4	19	2,03	12,21	473,25	110
1/0	53,49	19	2,03	13,21	583,27	125
2/0	67,44	19	2,03	14,33	720,49	145
3/0	85,02	19	2,03	15,59	892,21	165
4/0	107,2	19	2,03	17,014	1107,41	195
<b>FORMACIÓN CABLEADO CONCÉNTRICO</b>						
250	126,7	37	2,41	19,45	1325,14	215
300	152	37	2,41	20,85	1570,05	240
350	177	37	2,41	22,11	1810,81	260
400	203	37	2,41	23,32	2060,20	280
500	253	37	2,41	25,48	2538,18	320
600	304	61	2,79	28,25	3054,55	355
750	380	61	2,79	30,92	3776,11	400
1000	507	61	2,79	34,86	4975,81	455
La capacidad máxima de corriente, para no más de tres conductores en tensión en duct, cable o tierra (directamente enterrados), para temperatura ambiente de 30 °C.						

**Elaborado por:** Wellington Paul Sinchiguano Vega

**Figura 3.2** Conductor seleccionado



**Fuente:** Electrocables

### 3.4.1. Datos técnicos del conductor para la Agrícola

**Tabla 3.3.** Características del conductor

Calibre	12 AWG
No. de hilos	19
Sección aprox. del conductor	3,31 mm <sup>2</sup>
Diámetro aprox. del conductor	3,1 mm
Peso aprox. del conductor	40,10 Kg/Km
Espesor de aislamiento	0,76 mm
Diámetro exterior aprox.	3,86 mm
Capacidad de conducción*	20 Amp.
Capacidad de conducción*	25 Amp.

**Elaborado por:** Wellington Paul Sinchiguano Vega

(\*) Capacidad de conducción no más de 3 conductores en conduit, bandeja, o cable directamente enterrado, basado en una temperatura ambiente de 30 °C.

(\*\*) Capacidad de conducción para 1 conductor en aire libre a temperatura ambiente de 30 °C.

**Voltaje de servicio:** Hasta 600V.

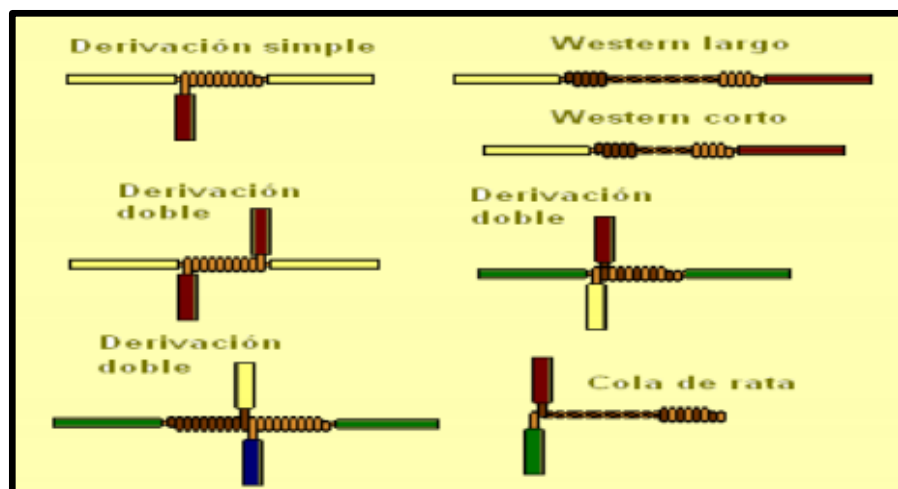
**Construcción:** El conductor está construido con cobre de temple suave, están además aislados con una capa uniforme de material termoplástico Cloruro de Polivinilo (PVC) resistente a la humedad.

**Aplicaciones:** Los conductores de cobre TW son utilizados para circuitos de fuerza y alumbrado en edificaciones industriales, comerciales y residenciales. Este tipo de conductor puede ser usado en lugares secos y húmedos, su temperatura máxima de operación es 60 °C.

### 3.4.2. Tipos de empalmes del conductor

Un empalme es un amarre eléctrico, entre la unión de dos o más conductores en una instalación eléctrica. Un enlace debe hacerse correctamente, de lo contrario puede haber recalentamientos por mal contacto, que es la causa común de los siniestros.

**Figura 3.3.** Diferentes tipos de empalmes



**Fuente:** Electrocables

### 3.5. Luminarias

Estos aparatos que sirven de soporte y conexión a la red eléctrica para los dispositivos generadores de luz (llamados a su vez bombillas o focos). Como esto no basta para que cumplan eficientemente su función, es necesario que cumplan una serie de características ópticas, mecánicas y eléctricas entre otras.

#### 3.5.1. Luminaria publica DC, con LEDs de alta potencia

La luminaria para exterior provee elevado flujo luminoso, larga vida, modular y confiable para iluminación de calles y otras aplicaciones públicas como privadas. Usando LED de elevada calidad, que proporciona una excelente performance en eficiencia luminosa, tiempo de vida y temperatura. Las lentes de grado óptico integradas y la cubierta transparente permiten un patrón de iluminación optimizado sobre la calzada, que proporcionan una buena distribución de luz.

La lámpara construida en aluminio fundido está protegida por una cubierta powder coating de alta calidad. El disipador está diseñado para optimizar la eliminación de calor. Las aletas con ángulos cortos tienen una baja tendencia a la acumulación de polvo y suciedad, por tanto el rendimiento térmico acompañara toda la vida útil de la lámpara. Combinando las lámparas SL11 y SL15, es fácil de armar una gran variedad de luminarias.

**Figura 3.4.** Luminaria publica DC, con LEDs de alta potencia



**Fuente:** Renova energía

### 3.5.2. Focos ahorradores

Los focos ahorradores son lámparas fluorescentes compactas autobalastadas que proporcionan un flujo luminoso igual al de los focos tradicionales pero con un menor consumo de energía. A diferencia de los focos incandescentes los focos ahorradores funcionan por medio de un gas que ioniza y provoca la iluminación en conjunto con la pintura blanca especial que tienen las paredes interiores del tubo.

Estos focos consumen hasta un 80% menos de energía producen más luminosidad por vatio y duran hasta 8 veces más que los focos tradicionales. Su desventaja, es que están compuestos con elementos tóxicos y no son fáciles de deshacerse de ellos.

**Figura 3.5.** Focos o luminarias ahorradores de energía



**Fuente:** Renova energía

### 3.6. Boquillas

Las boquillas son elementos donde se colocan los focos o bombillas de luz que se va utilizar en el proyecto.

**Figura 3.6.** Boquilla



**Fuente:** Renova energía

### **3.7. Interruptor**

El interruptor eléctrico es un dispositivo que permite o corta el paso de la corriente eléctrica, su uso frecuente es para el encendido o apagado de una lámpara o foco. Está formado por dos contactos metálicos separados entre si y de una parte móvil, para que la corriente circule debe unirse la parte móvil con uno de los contactos.

**Figura 3.7.** Interruptor



**Fuente:** Renova energía



### 3.8. Enchufe y Tomacorriente

El enchufe y toma corriente son dos dispositivos que unidos entre sí, establecen una conexión que permite el paso de la corriente hacia un determinado artefacto eléctrico. Se recomienda siempre tener en buen estado el enchufe y los toma corrientes, ya que si estos se encuentran en malas condiciones, pueden originar accidentes tales como siniestros e inclusive la muerte.

En el mercado existen varios tipos de modelos marcas de acuerdo a la necesidad del usuario, para su compra se recomienda el asesoramiento de un técnico en la materia o de un profesional eléctrico.

**Figura 3.8.** Enchufe y tomacorriente



**Fuente:** Renova energía

### 3.9. Estudio de carga para el sistema

Para empezar con el cálculo es necesario adquirir los datos de potencia, corriente y voltajes de las luminarias. Para esto se consulta el dato de placa de las cargas eléctricas a instalar con el fin de establecer un aproximado de la potencia que consume. Una vez establecido los datos de potencia de las cargas más comunes en la Agrícola se procede a realizar un levantamiento de información que nos permite saber la cantidad de elementos que se van a conectar al sistema.

Para todo mencionado anteriormente es necesario llenar una tabla que nos permite organizar la información adquirida y determinar así los valores totales a analizar en el sistema.

**Tabla 3.4** Planilla de circuitos derivados

CIRCUITO					CONSUMO		Servicio
No.	Descripción	CANT.	P.U.	P.T.	Horas	W/H	
1	Luminaria	2	15	30	12	360	Alumbrado exterior
2	Foco ahorrador	6	40	240	2	480	Alumbrado interior
<b>TOTAL</b>				<b>270</b>		<b>840</b>	

**Elaborado por:** Wellington Paul Sinchiguano Vega

### 3.9.1. Cálculo del consumo total del sistema

Una vez que se obtiene los valores de consumo total de la Agrícola se procede a realizar el consumo total del sistema a instalar tomando en consideración dos factores que influyen en los cálculos.

**Tabla 3.5.** Nomenclatura y equivalencia del consumo total del sistema

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
Rendimiento de las baterías valores (0,95 – 0,70)	$\eta_{\text{Bat.}}$
Rendimiento del inversor (0,95 – 0,70)	$\eta_{\text{Inv.}}$
Medio de energía diario consumo	L
Consumo de energía diario en corriente continua	LC.C.
Consumo de energía diario en corriente alterna	L <sub>A.C.</sub>

**Elaborado por:** Wellington Paul Sinchiguano Vega

Para determinar la potencia total del consumo del sistema determinamos la eficiencia de los elementos que intervienen en el mismo:

$$L = \frac{Lcc}{\eta_{bat}} + \frac{Lca}{\eta_{bat} \times \eta_{Inv}}$$

Reemplazando los valores obtenidos de la planilla de circuitos derivados (tabla 3.4.) obtenemos los siguientes datos, considerando una eficiencia del 90% de los equipos.

**Fórmula:**

$$L = \frac{0}{0.90} + \frac{840 \text{ w}}{0.90 \times 0.90}$$

$$L = 1037 \text{ Watios/Hora}$$

### **3.10. Batería RA12- 40D (12V40AH)**

RA12-40D es una batería de ciclo profundo AGM con 10 años de diseño de vida, especialmente diseñado para el uso de descarga cíclica frecuentes flotantes mediante el uso de una fuerte rejilla y placa de pasta específica, esta batería tiene el 30% más de vida cíclica de series de espera. Es aplicable para el sistema de energía solar, carrito de golf, silla de ruedas eléctricas, etc.

#### **3.10.1. Cálculo de la batería del sistema**

Para obtener la capacidad de la batería del sistema tanto en corriente como en potencia es necesario saber acerca de los días de autonomía como se mencionó anteriormente son los días que el sistema de energía solar puede funcionar sin recibir radiación solar.

Otro factor importante para el cálculo de esta parte es la profundidad de descarga de la batería, este es un valor a dimensionar que depende de los días de autonomía, puesto que es la velocidad con que se descarga la batería en los días de autonomía.

El voltaje de las baterías es una constante del sistema que nos permite definir el nivel de tensión que va a funcionar todos los equipos y así también determinar la conexión de los paneles solares. Todos estos factores vienen adjuntos en la ficha técnica de las baterías debido a que la operación, garantía y vida útil depende del funcionamiento que tenga el equipo.

**Tabla 3.6.** Nomenclatura y equivalencia del cálculo de batería

DESCRIPCIÓN	SIMBOLO
Consumo medio total	L
Consumo de corriente medio en el día de batería	C <sub>bat</sub>
Profundidad de descarga de la batería (0, 1-0, 65)	Pd <sub>max</sub>
Consumo de potencia de la batería	CP <sub>bat</sub>

**Elaborado por:** Wellington Paul Sinchiguano Vega

**Fórmula:**

$$CP_{bat} = \frac{L \times \text{dias de autonomia}}{Pd_{max}}$$

$$CP_{bat} = \frac{1037 \frac{\text{wattios}}{\text{hora}} \times 2}{0.50}$$

$$CP_{bat} = 4148 \text{ wattios/hora}$$

$$C_{bat} = \frac{CP_{bat}}{V_{bat}}$$

$$C_{bat} = \frac{4148 \text{ wattios/hora}}{12V}$$

$$C_{bat} = 346 \text{ Amp/hora}$$

**Tabla 3.7.** Resultado de los cálculos de la batería

<b>días de autonomía</b>	(1-3)	2	
<b>Profundidad de descarga</b>	(0, 1-0, 65)	0.5	
<b>Corriente necesaria para la batería</b>		346	A/H
<b>Capacidad de potencia de la batería</b>		4148	W/H
<b>Voltaje de la batería</b>		12,00	V

**Elaborado por:** Wellington Paul Sinchiguano Vega

**Figura 3.9.** Batería



**Fuente:** Renova energía

**Tabla 3.8.** Especificación de la batería

<b>Celdas por unidad</b>	6
<b>Voltaje por unidad</b>	12
<b>Capacidad</b>	40Ah@ 10hr-tasa a la celda 1.80Vper @ 25 °C
<b>Peso</b>	Aprox. 13,0 Kg
<b>Max. descarga de corriente</b>	400 A ( SEC 5)
<b>Resistencia Interna</b>	Aprox. 8 m Ω
<b>Rango de temperatura de funcionamiento</b>	Descarga: -20°C- 60°C Carga: 0°C- 50°C almacenamiento: -20°C-60°C
<b>Normal gama de temperaturas de funcionamiento</b>	25°C ± 5°C
<b>Flotador tensión de carga</b>	13,6 a 13,8 VDC/ unidad de medida a 25°C
<b>Máximo recomendado de carga límite de corriente</b>	12 <sup>a</sup>
<b>Servicio de nivelación y el ciclo</b>	14.6 a 14.8 VDC / unidad de medida a 25°C
<b>Auto descarga</b>	RITAR válvula regulable de plomo (VRLA) se puede almacenar durante más de 6 meses a 25°C. La relación de la auto descarga es de menos 3% por mes a 25°C. Por favor, carga las baterías antes de usar.
<b>Terminal</b>	Terminal F4/F11
<b>Material de recipiente</b>	(UL94-HB), resistente a la inflamabilidad de UL94-V1

**Elaborado por:** Wellington Paul Sinchiguano Vega

### **3.11. Paneles solares**

Están constituidos por muchas celdas que cambian la luz en electricidad. Las celdas a veces son llamadas células fotovoltaicas del griego “fotos”, luz. Estas celdas dependen del resultado fotovoltaico por el que la energía luminosa origina cargas positivas y negativas en dos semiconductores de diferente tipo, originando así un campo eléctrico capaz de crear una energía eléctrica.

#### **3.11.1. Módulo solar mono-cristalino**

- La eficiencia de conversión de alta y estable basada en 5 años de experiencia profesional
- Alta confiabilidad con garantizado de 0 - + 5% tolerancia de potencia de salida
- Materiales demostrada, su vidrio frontal templado y un marco de aluminio anodizado resistente permiten que los módulos funcionen de forma fiable en la configuración múltiple
- La combinación de alta eficiencia y apariencia atractiva

#### **3.11.2. Calidad y seguridad**

- Garantía de potencia de salida 25 años
- ISO9001: 2008, ISO18001 fabrica certificada
- IEC61215, IEC61730 seguridad probada, CE
- Buen impacto: 277g bola de acero que cae desde una altura de 1 m, 60m/s la velocidad del viento
- Carga de viento y succión de acuerdo con la norma IEC61215: hasta  $2400\text{N/m}^2$

### 3.11.3. Coeficientes de temperatura

**Tabla 3.9.** Características de los coeficientes de temperatura

Coeficientes de temperatura	1000 W/m <sup>2</sup> , °C masa de aire: 1.5
Coeficientes de voltaje ( $V_{oc}$ ) $\beta$	- 0.32 %/K
Coeficientes anuales ( $I_{sc}$ ) $\alpha$	+ 0.050 %/K
Coeficiente de potencia ( $P_{mpp}$ ) $\gamma$	- 0.43 %/K
Tolerancia de potencia mínima	0 - + 3 %

**Elaborado por:** Wellington Paul Sinchiguano Vega

### 3.11.4. Datos técnicos

**Tabla 3.10.** Características de los paneles

Célula solar	60 policristalino - 156x156 mm
Vidrio frontal	3.2 mm de vidrio templado
Caja de conexiones	IP65
Bypass diodos	6 piezas
Cables de salida	Cable de longitud 1000 mm, conectores de compatibilidad
Marco	Aluminio anodizado
Peso	19 kg
Dimensiones	1640 x 992 x 40 mm

**Elaborado por:** Wellington Paul Sinchiguano Vega

**Análisis:** Estos paneles solares se utilizaron porque son recomendados por su alto rendimiento, tienen una vida útil duradera de muchos años, son los adecuados para que funcione junto a la batería y el controlador de carga.



**Figura 3.10.** Panel solar



**Fuente:** Renova energía

### **3.11.5. Dimensionamiento del panel solar.**

Para obtener la capacidad del panel solar debemos utilizar los mapas de irradiación solar con el fin de determinar la cantidad de radiación solar recibida por metro cuadrado sobre determinadas regiones del país; datos tomados de los mapas de radiación solar en el atlas.

De los valores obtenidos de los mapas de radiación solar por lo general se obtienen el promedio más bajo en todo el año considerando la radiación más crítica aplicada en ese sector, con este factor se precede se determina la hora solar pico (HSP) que posee una equivalencia de 1000vatos/metro<sup>2</sup> esta constante se la divide para la irradiación solar promedio obtenida con el fin de tener las horas pico de irradiación y por ende la potencia solar.

**Fórmula:**

$$HSP = \frac{\text{Irradiación Promedio}}{1000\text{vatos/metro}^2}$$

$$P_{\text{mod.}} = 1,25 \times \frac{L}{HSP}$$

Reemplazando los valores obtenidos del atlas solar para la irradiación solar y la potencia total instalada de la planilla de circuitos derivados obtenemos los siguientes datos, se consideró la insolación global promedio de 4655,19 wh/m<sup>2</sup>/día.

**Tabla 3.11.** Consumo de luminarias

No.	CIRCUITO				CONSUMO		Servicio
	Descripción	CANT.	P.U.	P.T.	Horas	W/H	
1	Luminaria	2	15	30	12	360	Alumbrado exterior
2	Foco ahorrador	6	40	240	2	480	Alumbrado interior
<b>TOTAL</b>						840	

**Elaborado por:** Wellington Paul Sinchiguano Vega

**Fórmula:**

$$\mathbf{HSP} = \frac{4655,19 \text{ wh/m}^2}{1000\text{vatos/metro}^2}$$

$$\mathbf{HSP} = 4,655 \text{ h}$$

$$\mathbf{Pmod.} = 1,25 \times \frac{840 \text{ wátios}}{4,655 \text{ h}}$$

$$\mathbf{Pmod.} = 226 \text{ wátios pico}$$

### 3.12. Controlador de carga

- Robusta carcasa de aluminio
- Epoxi encapsulado PCB para evitar la corrosión (IP 68)
- Tamaño compacto
- Infrarrojo accesorio de programación de control remoto (CU)
- Funciones de temporizador inteligentes
- Ampliamente programable

- Sensor de temperatura externo (opcional)
- 4 etapas de carga de la batería (principal, flotador, impulso, ecualización)
- Carga dual o salida de carga regulable
- Reconocimiento automático del voltaje del sistema (12/24 V)

PV- Sistemas expuestos a condiciones extremas al clima / ambientales (luces de la calle, boyas de navegación, etc.) tiene un mayor riesgo de daños en la electrónica de potencia. Con el fin de asegurar el control fiable carga de la batería en estas condiciones, phocos desarrollo un controlador de carga de equipo industrial que es adecuado para todas las aplicaciones fotovoltaicas prácticas.

De alta calidad, PWM-carga de 4 etapas se combina con características sorprendentes como: desconexión de bajo voltaje, funciones de temporizador de carga flexibles, y una pantalla de estado del sistema LED de varios. CIS está disponible en 2 versiones:

- Carga Dual para controlar de forma independiente 2 cargas.
- Salida de regulación para ahorrar energía en aplicaciones de iluminación.

El CIS no tiene partes móviles, interruptores o botones. Los ajustes tales como el tipo de batería, los umbrales de descarga profunda, temporizadores, etc. Se realizan de forma rápida y sencilla a través de infrarrojos accesorio de control remoto que nos permite mandar a automatizar.

Todos los dispositivos están conectados al controlador mediante cables conductores suministrados en lugar de terminales de los cables. Esta característica elimina el riesgo de daños causados por influencias externas (corrosión, polvo, agua, insectos, productos químicos, de choque físico) donde los componentes hacen contacto eléctrico con el controlador. La carcasa de aluminio es extremadamente compacto permite incluso CIS dentro de los postes de luz de la calle de montaje. CIS fue desarrollado de acuerdo con las normas de PHOCOS bien establecidas que incorporan la relación coste / rendimiento de más alta tecnología, calidad más alto y mejor posible.

**Tabla 3.12.** Especificación del Controlador de carga

<b>Tipos</b>	<b>CEI 05 CIS 05 2L</b>	<b>CEI 10 CIS 10 2L</b>	<b>CEI 20 CIS 20 2L</b>
<b>Tensión del sistema</b>	12/24 V detección automática		
<b>Max. Corriente de carga / carga</b>	5 A 10 A 20A		
<b>Carga gradual</b>	13,8 / 27,6 V (25 ° C)		
<b>Cargo principal</b>	14,4 / 28,8 V (25 ° C), 30 min. (Diario)		
<b>Cargo Boost</b>	14,4 / 28,8 V (25 ° C), 2 hrs. De activación: tensión de la batería <12,3 / 24,6 V		
<b>Carga de compensación</b>	14,8 / 29,6 V (25 ° C), 2 hrs. De activación: tensión de la batería <12,1 / 24,2 V (por lo menos cada 30 días)		
<b>Protección de la descarga: parada del voltaje de voltaje de reconexión</b>	11 - 12 V / 22 - 24 V 12,8 / 25,6 V		
<b>Desconexión por sobretensión</b>	15,5 / 31,0 V		
<b>Bloqueo de mínima tensión</b>	10,5 / 21 V		
<b>Max. La energía solar</b>	50 V a 24 V / 30 V a 12 V		
<b>La compensación de temperatura (tensión de carga)</b>	-25 mV / K a 12 V -50 mV / K a 24 V		
<b>Max. Consumo de energía</b>	5.8 mA a 12 V 6.10 mA a 24 V		
<b>Conexión a tierra</b>	Conexión a tierra positiva		
<b>Temperatura ambiente</b>	-40 A +60 ° C		
<b>Max. Altitud</b>	4.000 m sobre el nivel del mar. NN		
<b>Tipo de batería</b>	Plomo (GEL, AGM, líquido)		
<b>Rango de ajuste: de noche / horas de la mañana la noche / el reconocimiento de etiquetas</b>	0 - 15 hrs / 0 - 14 horas 2,5 a 10 V		
<b>Longitud del cable</b>	10 cm		
<b>Dimensiones (W x H x D)</b>	82 x 58 x 20 mm		
<b>Peso</b>	150 g		
<b>Sección del cable</b>	2,5 mm <sup>2</sup>	2,5 mm <sup>2</sup>	2,5 mm <sup>2</sup>
<b>Protección</b>	IP68 (1,5 m, 72 hrs.)		
<b>Especificaciones de regulación de salida</b>	CEI 05	CEI 10	CEI 20
<b>Atenuación</b>	Potencia de salida de 100% - 0		
<b>Dimmausgangsspannung</b>	0 - 10 V (1 mA máx.)		

Elaborado por: Wellington Paul Sinchiguano Vega

**Figura 3.11.** Controlador de carga y Control remoto



**Fuente:** Renova energía

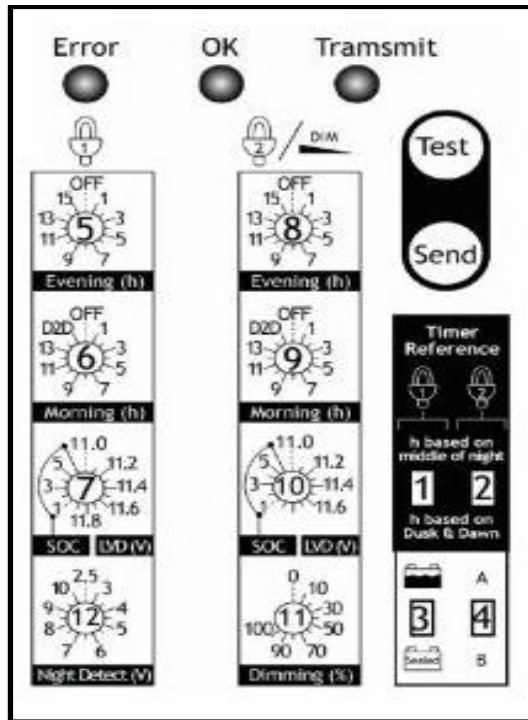
### **3.13. Unidad de control remoto PHOCOS CIS**

El Phocos CIS (Unidad de control CIS) configura controladores de carga de la CEI a través del enlace de datos infrarrojo. Se requiere este remoto para realizar cambios en la configuración de fábrica es todos los controladores series CEI. Esta unidad de control es muy fácil de usar, solo tiene que poner todos los interruptores de configuración deseada.

#### **3.13.1. Características del control remoto**

- Interfaz de configuración simple y claro
- Interfaz de usuario: LED, interruptores giratorios, interruptores, botones
- Fuente de alimentación: batería AA 2

**Figura 3.12.** Control remoto PHOCOS CIS



**Fuente:** Renova energía

### 3.14. Conexión a tierra

En una instalación eléctrica siempre es necesario poner una conexión a tierra por protección a todos los equipos eléctricos, ya que puede haber una derivación indebida de la corriente eléctrica a los elementos que pueden estar en contacto con los beneficiarios, de resultar un fallo del aislamiento de los conductores activos, evitara el paso de corriente al beneficiario.

La puesta a tierra es en unión con todos los elementos metálicos que mediante cables entre las partes de una instalación y un conjunto de electrodos, se permite la desviación de corrientes de falla o de las descargas de tipo atmosférico, y consigue que no se pueda dar una diferencia de potencial peligrosa en los edificios, instalaciones y superficies próximos al terreno.

Los circuitos de las luminarias estarán conectados a tierra mediante una varilla de coperweld de 5/8" x 1,8 m. provisto de un terminal y un conductor de cobre de

conexión a tierra proveniente de la platina de tomas a tierra que a su vez está conectada a todo el circuito eléctrico.

En la siguiente tabla se muestra la resistividad para algunos terrenos de distinta composición.

**Tabla 3.13.** Resistividad de terreno

<b>Composición física</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega/m</math>)</b>
Agua de mar, Referencia	1-2
Pantano	2-3
Lama	50-100
Limo	20-100
Humus	10-100
Arcilla	3-150
<b>Arcilla, arena, grava</b>	<b>60-300</b>
Creta	60-400
Caliza agrietada	500-1000
Caliza	5-10000
Granito	10000
Pizarra	100-500
Roca (fossilizada)	500-10000

**Elaborado por:** Wellington Paul Sinchiguano Vega

### **3.14.1. Cálculo de la resistencia para una varilla**

Con la siguiente fórmula podemos calcular la varilla para puesta tierra:

Dónde:

$$L = 5m$$

$$l = 300\Omega \cdot m$$

$$d = 0.02$$

**Fórmula:**

$$R_{1v} = \frac{l}{2\pi L} \ln \left( \frac{4L}{d} \right)$$

$$R_{1v} = \frac{300\Omega * m}{2\pi(5m)} \ln \left( \frac{4(5m)}{0.02m} \right)$$

$$R_{1v} = 1.38\Omega$$

**Figura 3.13.** Puesta a tierra



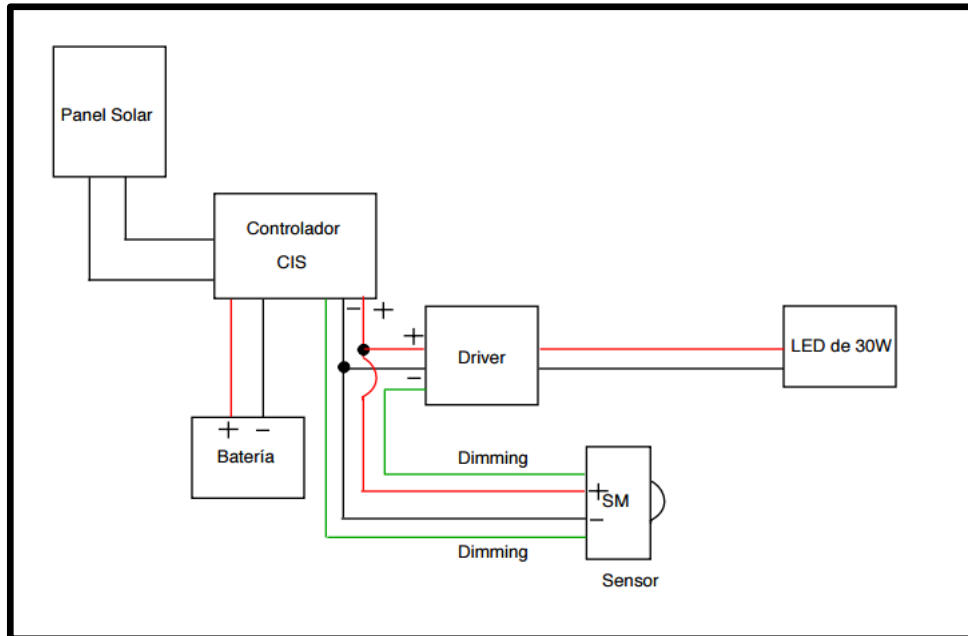
**Elaborado por:** Wellington Paul Sinchiguano Vega

### **3.15. Diagrama unifilar del Panel Solar**

En la siguiente figura se demuestra el diagrama unifilar como van conectado cada dispositivo al panel solar.



**Figura 3.14.** Diagrama unifilar



**Fuente:** Renova energía

### **3.16. Presupuesto de la implementación de los paneles solares en la Agrícola “Lucila”**

En la siguiente tabla se detalla el presupuesto a requerir en el diseño e implementación de un sistema automatizado con paneles solares para obtener energía eléctrica.

**Tabla 3.14.** Presupuesto

No.	Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total	Observación
1	Paneles solares	2	139,65	279,30	Nuevo
2	Baterías	2	184,64	369,28	Nuevo
3	Reguladores	2	114,08	228,16	Nuevo
4	Luminarias públicas (LP001, LP005, LP003)	2	273,03	546,06	Nuevo
5	Conductor TW calibre 12	50 m AWG	0,50	25,00	Nuevo
6	Tomacorrientes	2	1,80	3,60	Nuevo
7	Disyuntor	4	5,00	20,00	Nuevo
8	Varilla coperweld de 5/8" x 1,5 m	1	5,22	5,22	Nuevo
9	Conector de varilla	1	1,79	1,79	Nuevo
10	Cemento Chimborazo	1	9,00	9,00	Nuevo
11	Taype	1	0,50	0,50	Nuevo
12	Tubo galvanizado 3"	2	40,00	80,00	Nuevo
13	Caja metálica 40 x 30 x 30 mm	2	65,00	130,00	Nuevo
14	Copias e impresiones	4	12,00	48,00	
15	Anillados y empastados	4	30,00	120,00	
16	Varios		150,00	150,00	
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>2015,91</b>	
			<b>IMPREVISTOS (12%)</b>	241,90	
			<b>TOTAL</b>	<b>2.257,81</b>	

Elaborado por: Wellington Paúl Sinchiguano Vega

## **CAPITULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1. Conclusiones**

- Se instaló un sistema automatizado con paneles solares para poder dar un buen beneficio a la energía solar y transformarla a energía eléctrica para ser utilizada en la Agrícola.
  
- Se determinó la demanda y se logró obtener la relación con la potencia que se requiere en la implementación de los paneles solares. En la Agrícola “Lucila” se realizó un diagnóstico de las instalaciones para poder suministrar la energía eléctrica solicitada a los equipos instalados.
  
- Los sistemas de protección eléctricos que se instaló en la Agrícola son para evitar algún cortocircuito que afecten a los equipos instalados y se deterioren con mayor rapidez.

## 4.2. Recomendaciones

- Proporcionar un mantenimiento adecuado a todos los equipos eléctricos en especial a los paneles solares para que no se deteriore con facilidad y así den un buen rendimiento en el momento de generar electricidad.
- Es necesario que en la Agrícola “Lucila” se implemente los paneles solares, para evitar que exista cortes de energía.
- Con la debida protección en las instalaciones eléctricas se puede alargar la vida útil de los equipos que están funcionando.

### 4.3. Referencias bibliográficas

#### Libros

DURÁN, Luis. (2012). ELECTROTECNIA. En *Instalaciones electricas e industriales* (pág. 7). España.

GARCÍA ÁLVAREZ, José Antonio. (14 de 03 de 2012). *QUÉ ES EL VOLTAJE, TENSIÓN o DIFERENCIA DE POTENCIAL*. Recuperado el 04 de 01 de 2014, de *QUÉ ES EL VOLTAJE, TENSIÓN o DIFERENCIA DE POTENCIAL*:

[http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke\\_voltaje/ke\\_voltaje\\_1.htm](http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke_voltaje/ke_voltaje_1.htm)

GONZÁLEZ PEÑAFIEL, Gustavo Guillermo, ZAMBRANO MANOSALVAS, Juan Carlos, & ESTRADA PULGAR, Edison Fabricio. (2014). *estudio, diseño e implementación de un sistema de energía solar en la comuna puerto roma de la isla mondragon del golfo de guayaquil, provincia del guayas* (1 ed., Vol. 1). Guayaquil.

HERMOSA DONATE, Antonio. (2012). *Electrónica Aplicada*.

JAQUENOD DE ZSOOGON, Silvia. (2007). *Vocabulario ambiental práctico*.

MADRID, Antonio. (2009). *energías renovables*. madrid.

MANZANO ORREGO, Juan José. (2008). *electricidad I, teoría básica y prácticas*. barcelona.

MÉNDEZ MUÑIS, Javier María, & CUERVO GARCÍA, Rafael. (2007). *Energía solar fotovoltaica*.

MORO VALLINA, Miguel. (2010). *INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS*. Madrid.

OLMEDO VEGA, Juan Fernando. (2012). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL CONTROL*

PABÓN HERRERA, Luis Alberto. (2012). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA*. Iatacunga.

PERALES BENITO, Tomás. (2012). *Instalacion de paneles solares termicosa*.

RODRÍGUES LÓPEZ, Victoriano. (2013). *Teoría de circuitos y electrónica*.

ROLDAN VILORIA, José. (2013). *Montaje mecánico en instalaciones solares fotovoltaicas*. ediciones paraninfo S.A.

RUFUS MARTÍNEZ, Pedro. (2010). *energía solar térmica... técnicas para su aprovechamiento*.

VALENTÍN LABARTA, José Luis. (2012). *Instalaciones Solares Fotovoltaicas*.

VILLA, Ricardo. (30 de 01 de 2007). *Monografías.com*. (Inf. Gral. Diario La mañana del sur) Recuperado el 04 de 01 de 2015, de Energías Alternativas:

<http://www.monografias.com/trabajos/energiasalter/energiasalter.shtml>

**ANEKOS**

## ANEXO 1. ENCUESTA



### UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI SEDE LA MANÁ

SEÑORES.

TRABAJADORES:

**PROYECTO DE TESIS: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO CON PANELES SOLARES PARA OBTENER ENERGÍA REDUNDANTE DE DC/AC EN LA AGRÍCOLA “LUCILA” DEL RECINTO TRES CORONAS DEL CANTÓN LA MANÁ, AÑO 2013.”**

Para la elaboración de esta investigación se solicita conseguir información para lo cual necesitamos conocer su opinión, por tal razón le agradecemos se digne contestar las siguientes preguntas.

---

1. ¿Cómo considera la eficiencia de la energía eléctrica en la Agrícola “Lucila”?

Bueno ( )                      Malo ( )                      Regular ( )

2. ¿Usted piensa que las instalaciones eléctricas en la Agrícola “Lucila” son seguras?

Si ( )                      No ( )

3. ¿Cree que es necesario la implementación de un panel solar en la Agrícola “Lucila”?

Si ( )                      No ( )

4. ¿Cómo considera la instalación de un panel solar para que continúen los procesos de empaque si existiera un corte de energía?

Bueno ( )                      Malo ( )                      Regular ( )



**5.** ¿Usted ha perdido horas de trabajo por falta de energía eléctrica durante su jornada en la Agrícola “Lucila”?

Si ( )

No ( )

**6.** ¿Cómo considera el grado de iluminación en la Agrícola “Lucila” para el desarrollo de las actividades de proceso?

Bueno ( )

Malo ( )

Regular ( )

**7.** ¿Cómo considera la distribución de los tomacorrientes de la Agrícola Lucila?

Bueno ( )

Malo ( )

Regular ( )

**8.** ¿Considera que las instalaciones eléctricas existentes tienen riesgos para la seguridad de los trabajadores?

Si ( )

No ( )

**9.** ¿Considera que las instalaciones eléctricas de la Agrícola “Lucila” cuentan con protecciones adecuadas?

Bueno ( )

Malo ( )

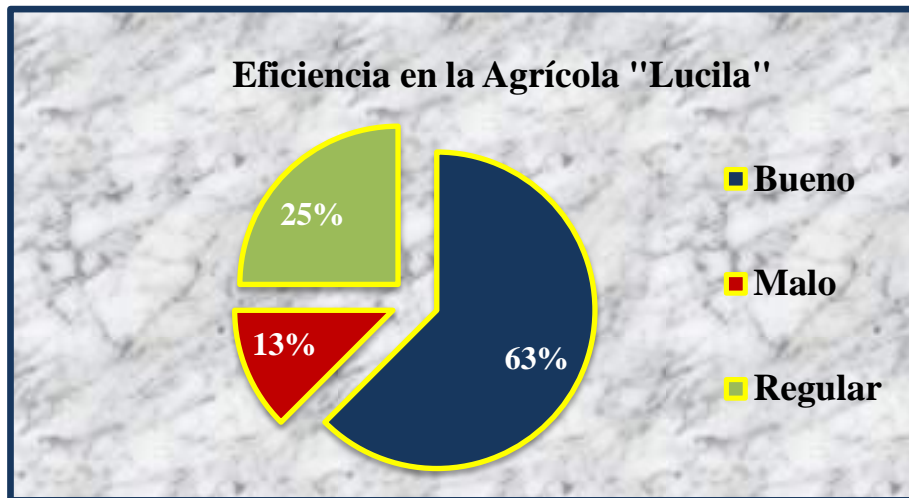
Regular ( )

**10.** ¿Considera que los paneles solares son riesgosos para el fluido de energía en la Agrícola “Lucila”?

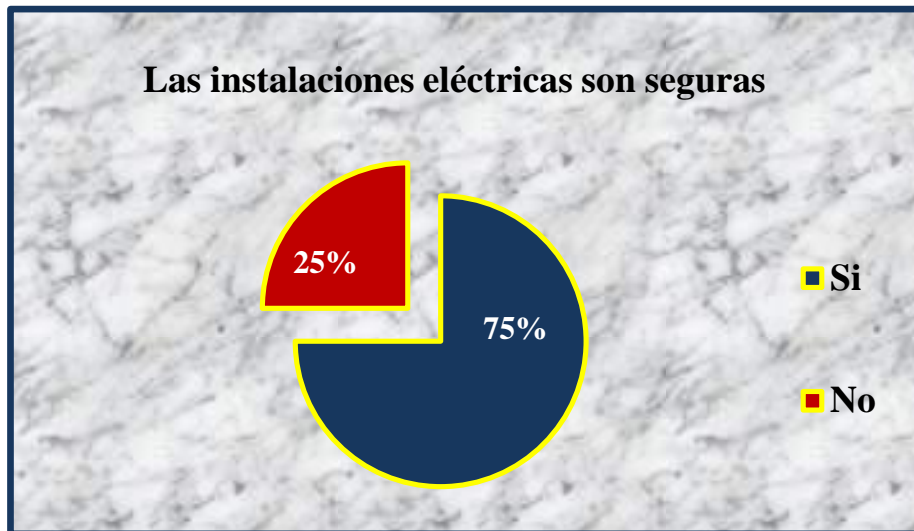
Si ( )

No ( )

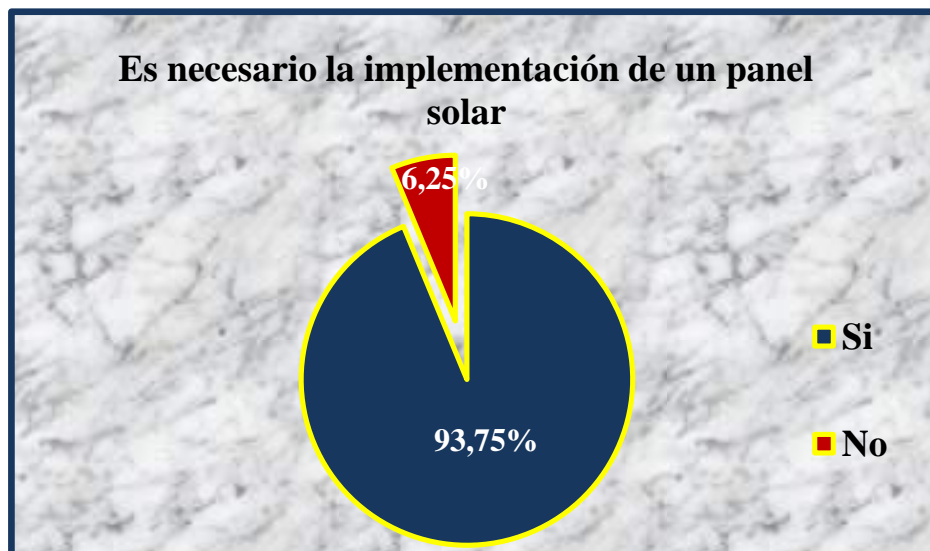
**ANEXO 2. Eficiencia de la energía eléctrica**



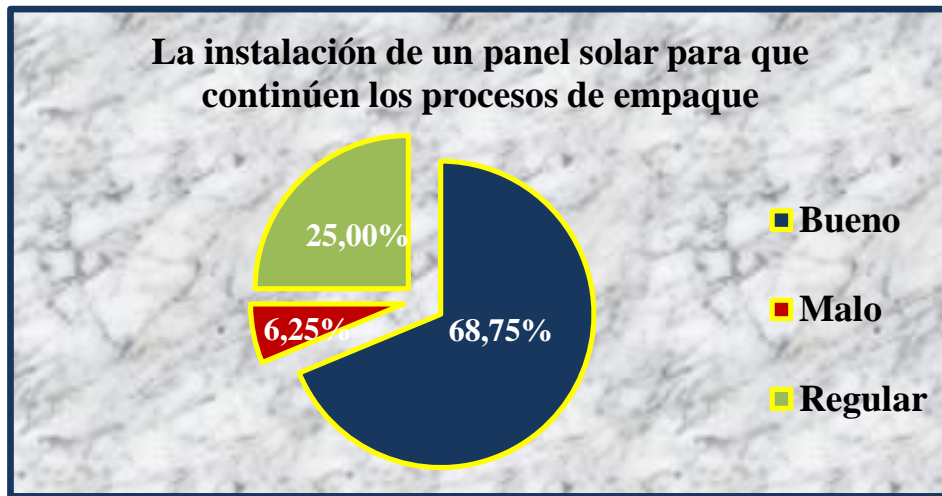
**ANEXO 3. Instalaciones eléctricas en la Agrícola "Lucila"**



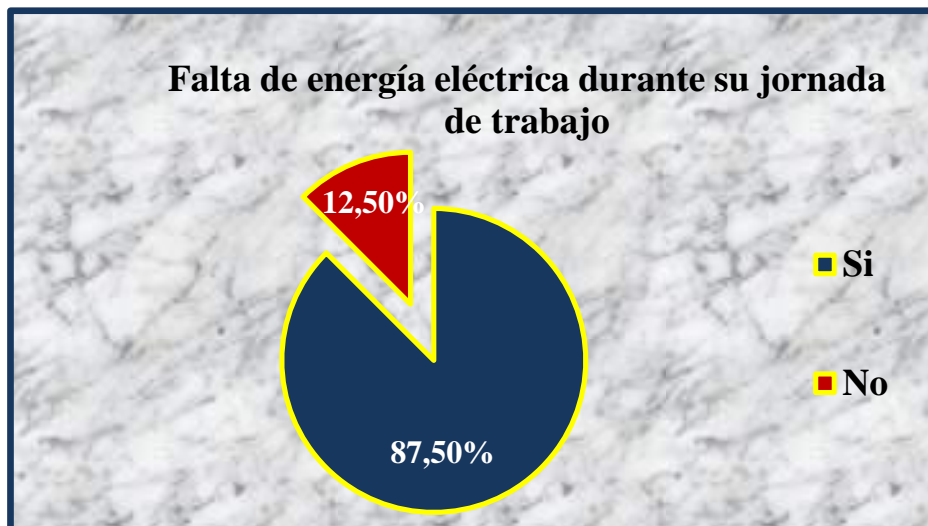
**ANEXO 4. Implementación de un panel solar**



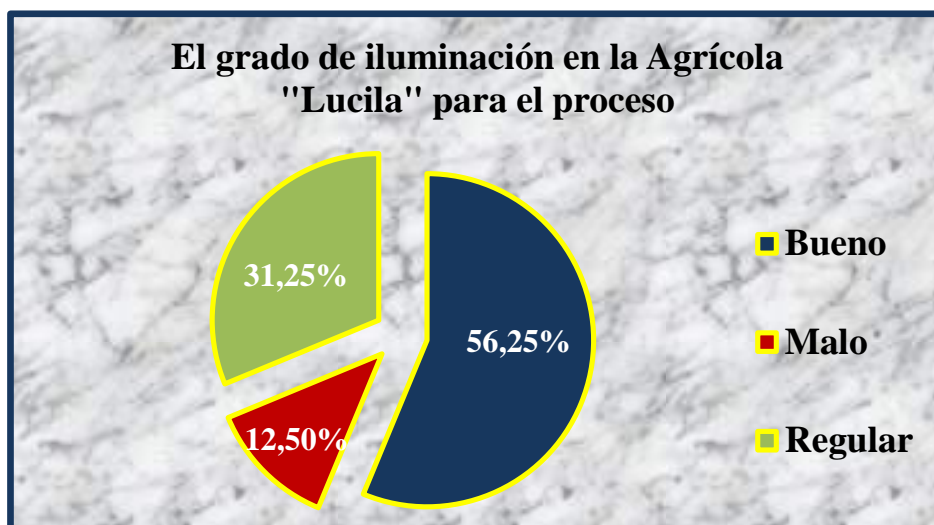
**ANEXO 5. Instalación de un panel solar**



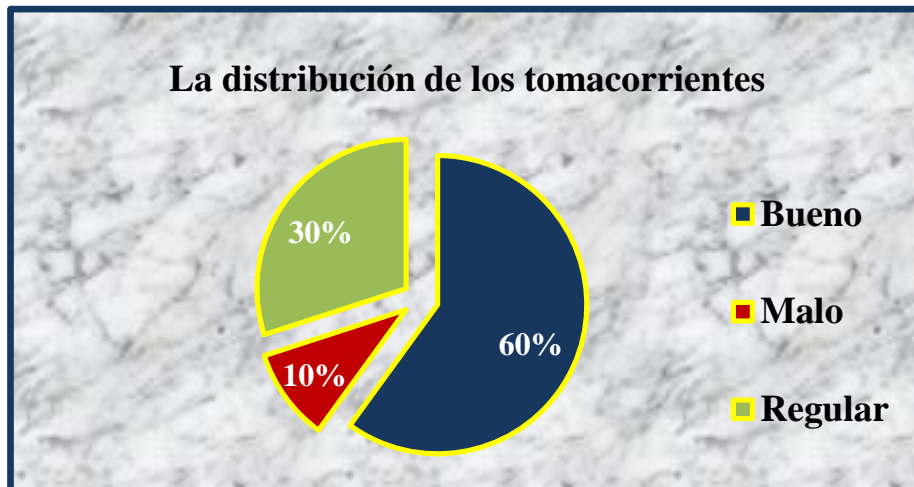
**ANEXO 6. Falta de energía eléctrica**



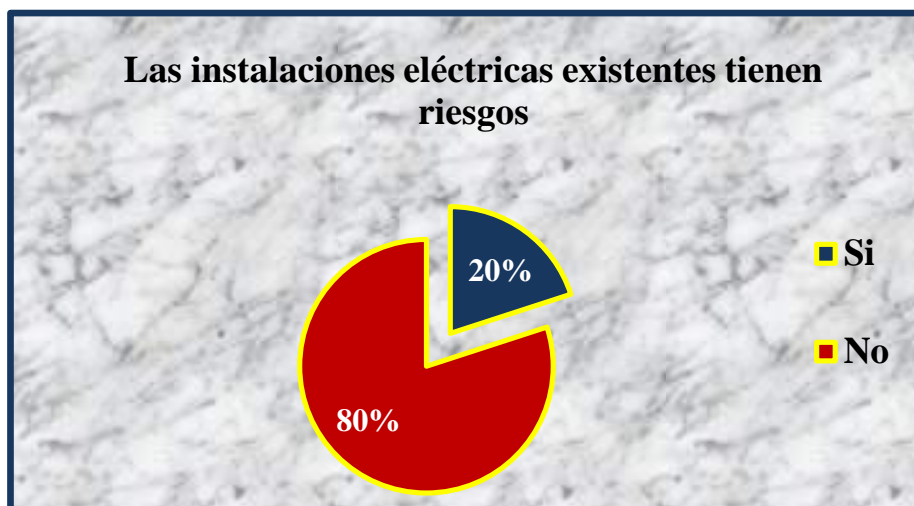
**ANEXO 7. Iluminación en la Agrícola**



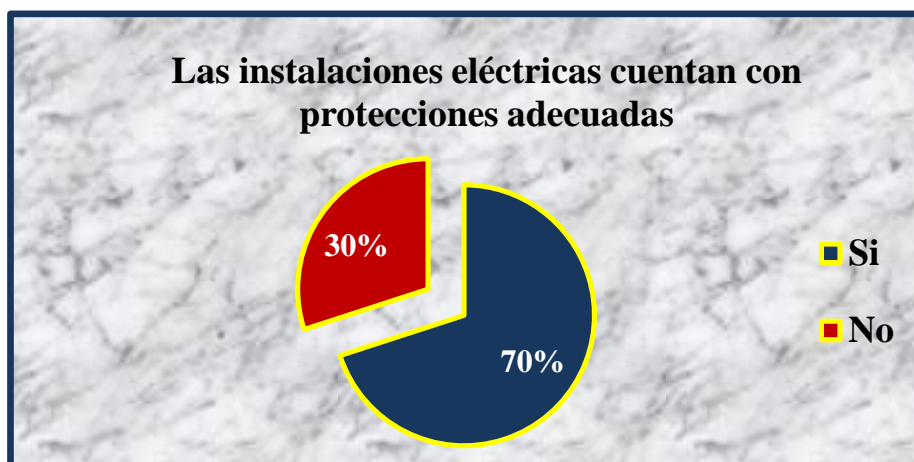
**ANEXO 8.** Distribución de los tomacorrientes de la Agrícola “Lucila”



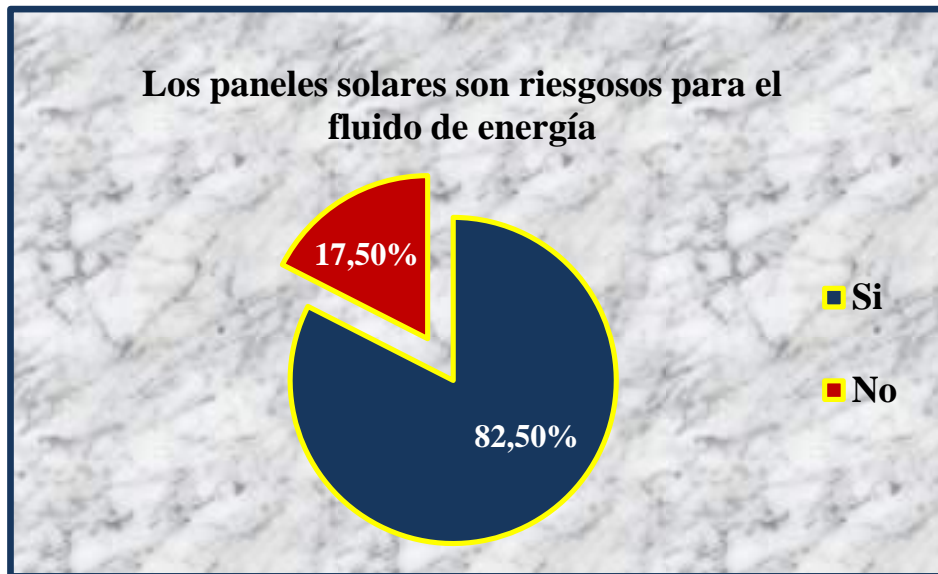
**ANEXO 9.** Instalaciones eléctricas existentes



**ANEXO 10.** Las instalaciones eléctricas de la Agrícola “Lucila” cuentan con protecciones adecuadas



**ANEXO 11. Los paneles solares son riesgosos para el fluido de energía**



**ANEXO 12. INSTALANDO EL PANEL SOLAR**



### ANEXO 13. INSTALANDO EL BATERIA



### ANEXO 14. ARMANDO LA LUMINARIA



## ANEXO 14.1. ARMANDO LA LUMINARIA



## ANEXO 15. FICHA TÉCNICA DE LA LUMINARIA PÚBLICA




- Luminaria con LED de alta eficiencia, ultra delgada. Totalmente modular 11W y 15W (amplio rango de potencia por el uso de una o varias luminarias)
- Elementos ópticos de alta calidad. Lentes integrados para optimizar el patrón de iluminación (Tipo AO, SO y R)
- Operable desde AC ó DC 12 VDC, opción dimming (control de potencia luminosa)
- Más de 50.000 horas de vida útil del LED
- Recubrimiento powder coating de alta calidad, protección contra sobre temperatura
- Protección IP65
- Certificación CE, ROHS, Dark Sky (en proceso)




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

**SL15 - SL11**  
Luminaria pública DC, con LEDs de alta potencia

## ANEXO 15.1. FICHA TÉCNICA DE LA LUMINARIA PÚBLICA

**SL15 - SL11**  
 Luminaria pública DC, con LEDs de alta potencia






<b>SL-xx</b>		
<b>Datos técnicos lámpara básica:</b>		
	<b>SL11</b>	<b>SL15</b>
Corriente máxima :	600 mA	600 mA
Potencia (driver incluido) :	11 W	15 W
Flujo luminoso @ 600 mA (Tipo AO, SO):	990 lm	1350 lm
Eficiencia luminosa (solo lámpara):	90 lm/W (98 lm/W) +/-5%	
Flujo luminoso @ 600 mA (Tipo R):	1078 lm	1470 lm
Eficiencia luminosa (solo lámpara):	98 lm/W (107 lm/W) +/-5%	
Índice CRI:	70%	
Temperatura de trabajo:	-30°C ... +50°C	
Temperatura de color:	5600K	
Ángulo de iluminación:	 Lente tipo AO: 85° x 130° Asimétrico (estándar) Lente tipo SO: 60° x 130° Asimétrico (a pedido) Lente tipo R: 120° (a pedido)	
Vida útil:	50.000h	
Fuente de alimentación:	Driver LED: 12 V DC - 110-220 V AC (a pedido)	
Protección:	IP65	
	52,5mm X 254,5mm X 74,5mm	
	380 g	

www.renova-energia.com

## ANEXO 15.2. FICHA TÉCNICA DE LA LUMINARIA PÚBLICA

**SL-D-B**  
 Driver LED 12V DC




<b>SL-D-B</b>		
<b>Datos técnicos LED driver:</b>		
	Funciona con:	1xSL11, 2xSL11, 1xSL15, 2xSL15, 1xSL15 + 1xSL11
Entrada :		Cable (+ / - / dimming)
	Voltaje de operación:	12V (11 ... 15V)
	Potencia de entrada:	11 ... 30W (depende de la lámpara conectada)
	Corriente de entrada:	< 3A
	Eficiencia del driver LED:	91%
	Entrada Dimming:	1 ... 10V a 10 ... 100%; <0.6V a salida apagada (conectar al positivo de la fuente si no se utiliza)
Salida:	2 x conector a prueba de agua para conexión de lámparas	
	Voltaje de salida:	15.5 ... 48V
	Corriente de LED:	600mA (60 ... 600mA dimmable)
	Protección electrónica:	Protección de bajo voltaje: Ca. 10.8V Protección de salida abierta: Ca. 56V Protección de polaridad inversa: Si Protección de sobre temperatura: OTP en el driver de LED, OTP para 2 lámparas
Protección:	IP65	
	34mm X 50mm X 32mm	
	160g	


www.renova-energia.com



## ANEXO 16. FICHA TÉCNICA DEL PANEL SOLAR

SunLink PV

SL080-12M 75  
SL080-12M 80  
SL080-12M 85  
SL080-12M 90



Link to the Sun! www.sunlink-pv.cn

### 90W Maximum Power

### Mono-Crystalline Solar Module

#### Benefits


- High and stable conversion efficiency based on over 5 years professional experience
- High reliability with guaranteed +/-5% output power tolerance
- Proven materials,tempered front glass,and a sturdy anodized aluminum frame allow modules to operate reliably in multiple mountily configuration
- Combination of high efficiency and attractive appearanc

#### Quality and Safety

- IEC61215, Safety tested IEC61730, CE
- ISO9001:2000 (Quality Management System) certified factory
- Product Quality Warranty & Product Liability Insurance guarantee end users' benefit




**SunLink PV Co.,Ltd**


Zhangjiagang Economic Development Zone,  
Zhangjiagang City,Jiangsu Province,  
215600, China.

Tel:+86-512-58992216  
Tel:+86-512-58262253  
Fax:+86-512-58262258  
[www.sunlink-pv.cn](http://www.sunlink-pv.cn)

## ANEXO 16.1. FICHA TÉCNICA DEL PANEL SOLAR



SL080-12M 75  
SL080-12M 80  
SL080-12M 85  
SL080-12M 90



www.sunlink-pv.cn

**Link to the Sun!**

### Temperature Coefficients

NOCT	45 +/-2°C
Voltage temperature coefficient(Voc)	-0.37%/°C
Current temperature coefficient(Isc)	+0.035%/°C
Power temperature coefficient(Pmpp)	-0.5% /°C
Minimum power tolerance	+/-5%

NOCT:Nominal Operating cell Temperature:-40°C to +85°C

### Mechanical Data

Solar Cell	36 Mono-crystalline 125×125mm
Frame	Anodized aluminium
Weight	8Kg
Dimension	1196×534×35mm

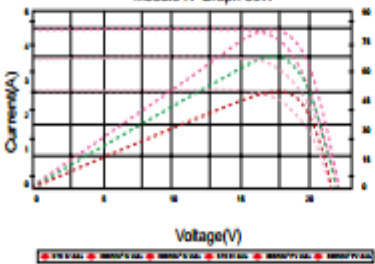
### Electrical Data


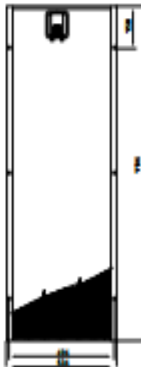
Module Type	SL 080-12M	SL 080-12M	SL 080-12M	SL 080-12M
Nominal peak power(Wp)	75W	80W	85W	90W
Nominal voltage(Vmp)	17.2V	17.2V	17.2V	17.2V
Nominal current(Imp)	4.36A	4.65A	4.94A	5.23A
Open circuit voltage(Voc)	21.60V	21.60V	21.60V	21.6V
Short circuit current(Isc)	4.80A	5.14A	5.47A	5.63A
Module efficiency	11.7%	12.5%	13.3%	13.3%
Operating Temperatre	-40 to +85°C	-40 to +85°C	-40 to +85°C	-40 to +85°C
Maximum System Voltage	1000V DC	1000V DC	1000V DC	1000V DC

STC:1000W/m<sup>2</sup>, 25°C, AM=1.5

#### Characteristics

Module IV Graph 80W



## ANEXO 17. FICHA TÉCNICA DE LA BATERÍA



### RA12-40D (12V40Ah)

RA12-40D is AGM Deep cycle battery with 10 years floating design life, specially designed for frequent cyclic discharge usage. By using strong grid and specific paste plate, it makes battery have 30% more cyclic life time than standby series. It is applicable for solar energy system, golf cart, electric wheelchair, etc..



#### Specification

Cells Per Unit	8
Voltage Per Unit	12
Capacity	40Ah@10hr-rate to 1.80V per cell @25°C
Weight	Approx. 13.0 Kg
Max. Discharge Current	400 A (5 sec)
Internal Resistance	Approx. 8 mΩ
Operating Temperature Range	Discharge: -20°C~60°C Charge: 0°C~50°C Storage: -20°C~60°C
Normal Operating Temperature Range	25°C± 5°C
Float charging Voltage	13.6 to 13.8 VDC/unit Average at 25°C
Recommended Maximum Charging Current Limit	12A
Equalization and Cycle Service	14.8 to 14.8 VDC/unit Average at 25°C
Self Discharge	RITAR Valve Regulated Lead Acid (VRLA) batteries can be stored for more than 6 months at 25°C. Self-discharge rate is less than 3% per month at 25°C. Please charge batteries before using.
Terminal	Terminal F4/F11
Container Material	A.B.S. (UL94-HB), Flammability resistance of UL94-V1 can be available upon request.



UL1059



0242036-000-0103



ISO9001:2000 Certificate

#### Dimensions

Unit: mm Dimension: 198(L)×168(W)×171(H)



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

F.V/Time	5 MIN	10 MIN	15 MIN	30 MIN	1HR	2HR	3HR	4HR	5HR	8HR	10HR	20HR
9.60V	131.3	96.70	75.39	45.94	25.48	15.24	10.52	8.718	7.338	5.013	4.158	2.218
10.0V	127.5	92.01	73.84	45.15	25.36	15.12	10.48	8.676	7.295	4.972	4.118	2.178
10.2V	123.8	88.77	72.88	44.31	25.13	15.01	10.40	8.636	7.252	4.931	4.078	2.138
10.5V	111.1	81.91	69.20	43.98	24.89	14.89	10.36	8.555	7.166	4.890	4.038	2.097
10.8V	100.3	74.89	63.79	43.22	24.30	14.63	10.08	8.353	7.036	4.809	3.998	2.057
11.1V	85.85	66.75	57.22	40.47	23.09	13.98	9.635	7.950	6.734	4.605	3.878	1.936

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

F.V/Time	5 MIN	10 MIN	15 MIN	30 MIN	1HR	2HR	3HR	4HR	5HR	8HR	10HR	20HR
9.6V	1386	1030	821.8	515.5	294.4	179.6	125.2	103.9	87.55	59.85	49.68	26.60
10.0V	1358	998	808.6	509.2	293.7	178.7	125.3	103.8	87.32	59.56	49.37	26.14
10.2V	1343	972.0	799.5	505.6	291.5	177.6	124.7	103.5	87.02	59.17	48.93	25.65
10.5V	1223	905.1	762.6	502.1	288.8	176.3	124.2	102.6	85.99	58.68	48.46	25.17
10.8V	1113	834.3	704.9	494.0	283.5	174.0	120.8	100.2	84.63	57.71	47.97	24.68
11.1V	978.0	754.3	634.5	465.3	271.4	167.6	116.6	95.39	80.81	55.26	46.53	23.23

All mentioned values are average values.

# ANEXO 17.1. FICHA TÉCNICA DE LA BATERIA

## RA12-40D

## 12V40Ah

Life characteristics of cyclic use

Storage characteristic

■ If planetary charge required (if any) and supplementary charge before use 75% capacity the result is

■ If planetary charge required before use This is planetary charge will help to recover the capacity. The longer the storage the more the capacity will be lost.

■ If planetary charge is not required to recover the capacity. The longer the storage the more the capacity will be lost.

■ If planetary charge is not required to recover the capacity. The longer the storage the more the capacity will be lost.

Charge characteristic curve for cyclic use

Discharge characteristic curve

Capacity Factors With Different Temperature

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

Discharge Current VS. Discharge Voltage

Final Discharge Voltage/VoCell	1.75V	1.70V	1.60V
Discharge Current (A)	(A) <= 0.20	0.20C (A) <= 1.00	(A) >= 1.00

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

Charging Method:

Constant Voltage	-0.20x2h+2.4-2.45V/Ce/1x2h, Max. Current 0.3CA
Constant Current	-0.20x2h+0.10Ax12h
Fast	-0.20x2h+0.30Ax4.0h

Maintenance & Cautions

**Cycle service**

- Avoid battery over discharge, especially battery service correction use.
- Charge with recommend voltage, ensure battery can be full recharged.
- In general, recharge capacity should be 1.1-1.15 times discharge capacity.
- Effect of temperature on cycle charge voltage: -4mV/°C/cell.
- There are a number of factors that will affect the length of cyclic service.
- The most significant are depth of discharge, ambient temperature, discharge rate, and the manner in which the battery is recharged.
- Generally speaking, the most important factors is depth of discharge.

SHEN ZHEN RITAR POWER CO.,LTD.

[URL.www.ritarpower.com](http://URL.www.ritarpower.com)

Address: Rml 05, Tower C, Hushan Building, Langshan Rd16, Nanshan District, Shenzhen, 518057, China

Tel: +86-755-33568668 Fax: +86-755-837-5980

2015-10-11

## ANEXO 18. FICHA TÉCNICA DEL CONTROLADOR DE CARGA

phocos

### CIS series (5 – 20 A)

Industrial Solar Charge Controller



- Robust Aluminum Housing
- Epoxy Encapsulated PCB to Prevent Corrosion (IP68)
- Compact Size
- Infrared Remote Control Programming Accessory (CU)
- Intelligent Timer Functions
- Widely Programmable
- External Temperature Sensor (Optional)
- 4 Stage Battery Charging (Main, Float, Boost, Equalization)
- Dual load or Dimmable Load Output
- Automatic System Voltage Recognition (12/24 V)

PV-Systems exposed to extreme weather/environmental conditions (street lights, navigation buoys, etc.) have increased risk for damage in the power electronics. In order to assure reliable battery charge control under such conditions, Phocos developed an encapsulated charge controller (IP68) to prevent corrosion: CIS.

CIS is an industrial-grade charge controller that is suitable for all practical PV applications. High-quality, 4-stage PWM-charging is combined with amazing features such as: low-voltage disconnect, flexible load timer functions, and a multi-LED system status display. CIS is available in two versions:

- Dual load to independently control two loads
- Output Dimming to save energy in lighting applications.

The CIS has no moving parts, switches or buttons. Settings such as battery type, deep discharge thresholds, timers, etc. are made quickly and easily via infrared remote control accessory.

All devices are connected to the controller by supplied lead wires rather than wire terminals. This feature eliminates the risk of damage from external influences (corrosion, dust, water, bugs, chemicals, physical shock) where components make electrical contact to the controller.

The extremely compact aluminum housing even allows for mounting CIS inside street light poles. CIS was developed in accordance with well-established Phocos standards incorporating the latest technology, highest-quality and best possible cost/performance ratio.



## ANEXO 18.1. FICHA TÉCNICA DEL CONTROLADOR DE CARGA



### CIS series (5 – 20 A)

Industrial Solar Charge Controller

Type	RP012		RP013
	CIS 05 CIS-2L 05	CIS 10 CIS-2L 10	CIS 20 CIS-2L 20
System voltage	12/24 V auto recognition		
Max. charge/load current	5 A	10 A	20 A
Float charge	13.8/27.6 V (25 °C)		
Main charge	14.4/28.8 V (25 °C), 30 min. (daily)		
Boost charge	14.4/28.8 V (25 °C), 2 h activation: battery voltage < 12.3/24.6 V		
Equalization	14.8/29.6 V (25 °C), 2 Std. activation: battery voltage < 12.1/24.2 V (at least every 30 days)		
Deep discharge protection: Cut-off voltage	11 – 12 V / 22 – 24 V		
Reconnect level	12.8/25.6 V		
Overvoltage protection	15.5/31.0 V		
Undervoltage protection	10.5/21 V		
Max. panel voltage (Overvoltage protection by varistor)	55 V		
Temperature compensation (Charge voltage)	–25 mV/K at 12 V –50 mV/K at 24 V		
Max. self consumption	5 – 8 mA at 12 V 6 – 10 mA at 24 V		
Grounding	positive grounding possible		
Ambient temperature	–40 to +60 °C		
Max. height	4,000 m above sea level		
Battery type	lead acid (GEL, AGM, flooded)		
Adjustment range: Evening/morning hours	0 – 15 h / 0 – 14 h		
Night/day detection	2.5 – 10 V		
Wire length	10 cm		
Dimensions (B x H x T)	82 x 58 x 20 mm		
Weight	150 g		
Wire cross section	1.5 mm <sup>2</sup>	1.5 mm <sup>2</sup>	2.5 mm <sup>2</sup>
Type of protection	IP68 (1.5 m, 72 h)		
<b>Technical data dimming output</b>	<b>CIS 05</b>	<b>CIS 10</b>	<b>CIS 20</b>
Dimming value	0 – 100% output power		
Dimming output voltage	0 – 5 V (max. 1 mA)		