



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

TEMA:

**Diseño de sistemas de respaldo de energía, para las estaciones de comunicaciones de seguridad marítima del Estado Ecuatoriano en el Litoral Continental e Insular Galápagos.**

AUTOR:

Gómez Deleg, Carlos William

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de  
**INGENIERO EN ELECTRICIDAD**

TUTOR:

M. Sc. Bohórquez Escobar, Celso Bayardo

Guayaquil, Ecuador

3 de marzo del 2022



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. **Gómez Deleg, Carlos William** como requerimiento para la obtención del título de **INGENIERO EN ELECTRICIDAD**.

TUTOR

M. Sc. Bohórquez Escobar, Celso Bayardo

DIRECTOR DE CARRERA

M. Sc. Héras Sánchez, Miguel Armando

Guayaquil, a los 3 días del mes de marzo del año 2022



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **Gómez Deleg, Carlos William**

**DECLARÓ QUE:**

El Trabajo de Integración Curricular “**Diseño de sistemas de respaldo de energía, para las estaciones de comunicaciones de seguridad marítima del Estado Ecuatoriano en el Litoral Continental e Insular Galápagos**” previo a la obtención del Título de **Ingeniero en Electricidad**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 3 días del mes de marzo del año 2022

EL AUTOR

GÓMEZ DELEG, CARLOS WILLIAM



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **Gómez Deleg, Carlos William**

Autorizó a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular: “**Diseño de sistemas de respaldo de energía, para las estaciones de comunicaciones de seguridad marítima del Estado Ecuatoriano en el Litoral Continental e Insular Galápagos**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 3 días del mes de marzo del año 2022

EL AUTOR

GÓMEZ DELEG, CARLOS WILLIAM

# REPORTE DE URKUND

**URKUND**

Documento	<a href="#">Gómez Carlos.docx</a> (D130520344)
Presentado	2022-03-15 23:03 (-05:00)
Presentado por	carloswgomez8@gmail.com
Recibido	luis.vallejo.ucsg@analysis.orkund.com

2% de estas 85 páginas, se componen de texto presente en 5 fuentes.

100% # 1 Activo

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA

EN ELECTRICIDAD

TEMA: Diseño de sistemas de respaldo de energía, para las estaciones de comunicaciones de seguridad marítima del Estado Ecuatoriano en el Litoral Continental e Insular Galápagos.

AUTOR: Gómez Deleg, Carlos William

Trabajo de Integración Curricular

previo a la obtención del título de INGENIERO EN ELECTRICIDAD

TUTOR:

M. Sc. Bohórquez Escobar, Celso Bayardo

Guayaquil, Ecuador

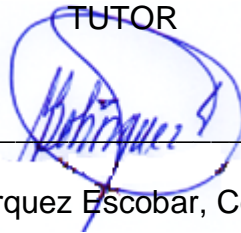
03 de Marzo del 2022

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. Gómez Deleg, Carlos William como requerimiento

TUTOR



M. Sc. Bohórquez Escobar, Celso Bayardo

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de titulación y título universitario va dedicado especialmente a Dios por darme la oportunidad de vivir y llegar a una formación profesional. Mi hermano por ayudarme desde pequeño en los más pequeños detalles ya que el amor que nos tenemos es mutuo. Mis queridos padres porque son los que me guiaron por el buen camino hasta llegar al punto del hombre que soy hoy en día, que con cariño y apoyo me mantuvieron siempre con la cabeza siempre en alto y nunca agacharla en los malos momentos de mi vida. Y finalmente de mis amigos que estuvieron siempre a mi lado apoyándome desde el principio hasta el final de mi carrera universitaria.

**EL AUTOR**

**GÓMEZ DELEG, CARLOS WILLIAM**

## **AGRADECIMIENTOS**

Para comenzar expresando todos los agradecimientos respectivos, desearía agradecer a la Universidad Católica Santiago Guayaquil por brindarme el apoyo y la dedicación en general para llegar a los conocimientos básicos y avanzados en donde se expresará en el documento, de este modo el documento es totalmente gracias a mi Universidad y a la Facultad Técnica para el Desarrollo con un alto mandato de enseñanza hacia los estudiaste que se convertirán en futuros Ingenieros.

Agradecer a mis profesores por su orientación y atención a mis preguntas, ya que sin ellos no sería posible brindar los frutos de mi proyecto en el cual se forjo con esfuerzo y dedicación.

Asimismo, agradecer a mis compañeros y amigos por brindarme ideas y sugerencias sobre el tema ya que son parte importante en mi proyecto. La mayoría de las ideas fueron discutidas y analizadas detalladamente para evitar la pérdida de cualquier información que sea necesaria hacia los lectores.

Muchas gracias a todos.

EL AUTOR


GÓMEZ DELEG, CARLOS WILLIAM




**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

f.   
\_\_\_\_\_  
**M. Sc. ROMERO PAZ, MANUEL DE JESUS**  
DECANO

f.   
\_\_\_\_\_  
**M. Sc. PALACIOS MELÉNDEZ, EDWIN FERNANDO**  
COORDINADOR DEL ÁREA

f.   
\_\_\_\_\_  
**M. Sc. HIDALGO AGUILAR, JAIME RAFAEL**  
OPONENTE



## Índice General

Índice de Figuras .....	XIII
Índice de Tablas .....	XV
Resumen .....	XVI
<b>CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>	<b>2</b>
1.1. Introducción.....	2
1.2. Antecedentes. ....	4
1.3. Definición del Problema.....	4
1.4. Justificación del Problema.....	4
1.5. Objetivos del Problema de Investigación.....	5
1.5.1. Objetivo General.....	5
1.5.2. Objetivos Específicos.....	5
1.6. Plazo de ejecución y entidades responsables. ....	6
1.7. Metodología de Investigación.....	6
<b>CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....</b>	<b>6</b>
2.1. Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítima. ....	6
2.2. Organización Marítima Internacional. ....	9
2.3. Convenio Internacional de Seguridad de la Vida Humana en el Mar. ...	9
2.4. Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación. ....	11
2.5. Radiocomunicación Marítima. ....	12
2.6. Estación de Transmisores MF-HF. ....	13
2.7. Estación de Transmisores VHF.....	14
2.8. Estación Costera.....	15
2.9. Procedimientos de Llamadas .....	15
2.10. Espectro Electromagnético y Espectro Radioeléctrico.....	17
2.11. Sistema de Generación.....	20
2.12. El Sol.....	20

2.13.	Sistema Fotovoltaico. ....	22
2.14.	Modulo Fotovoltaico. ....	25
2.14.1.	Tipo de Paneles según su Forma. ....	27
2.14.2.	Ubicación de los Módulos. ....	27
2.14.3.	Radiación Solar. ....	28
2.14.4.	Insolación. ....	29
2.14.5.	Día Solar Promedio. ....	29
2.14.6.	Interconexión de Módulos. ....	30
2.14.7.	Rendimientos de los Tipos de Células Fotovoltaica. ....	30
2.15.	Inversores. ....	30
2.15.1.	Tipos de Inversores. ....	31
2.15.2.	Características de los Inversores. ....	32
2.16.	Acumulador de Energía. ....	32
2.16.1.	Ubicación de las Baterías. ....	33
2.16.2.	Conexión y Montaje de Baterías. ....	34
2.17.	Reguladores. ....	34
2.17.1.	Tipos de Reguladores. ....	35
2.18.	Sistema de Alimentación Interrumpida. ....	36
2.19.	Transformadores. ....	38
2.19.1.	Transformador de Aislamiento. ....	40
2.20.	Grupo Electrónico. ....	41
2.21.	Panel de Transferencia. ....	42
2.22.	Instalaciones Eléctricas. ....	42
2.21.1.	Conductores. ....	42
2.21.2.	Sistema de Puesta a Tierra. ....	43
2.21.3.	Medidor Eléctrico. ....	45
	CAPÍTULO 3: DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y RESULTADOS .....	46

3.1.	Tabla de descripción de los equipos en el sistema fotovoltaico.....	46
3.2.	Diseño de Sistemas Fotovoltaicos en Estaciones Remota VHF/DSC. .....	47
3.2.1.	Consumo Diario.....	48
3.2.2.	Demanda Máxima.....	48
3.2.3.	Voltaje del Sistema.....	48
3.2.4.	Potencia Fotovoltaica.....	48
3.2.5.	Números de Módulos.....	49
3.2.6.	Tipo de Módulo.....	49
3.2.7.	Tipo de Controlador.....	50
3.2.8.	Tipo de Inversor.....	51
3.2.9.	Tipo de Batería.....	52
3.3.	Diseño de los Sistemas Fotovoltaico en cada Estación VHF/DSC. ....	53
3.3.1.	Estación VHF/DSC San Joaquín.....	53
3.3.2.	Estación VHF/DSC Sierra Negra.....	56
3.3.3.	Estación VHF/DSC Asilo de la Paz.....	58
3.3.4.	Estación VHF/DSC Crocker.....	61
3.3.5.	Estación VHF/DSC Zapallo.....	63
3.3.6.	Estación VHF/DSC Don Juan.....	66
3.3.7.	Estación VHF/DSC Nueve.....	68
3.3.8.	Estación VHF/DSC Lomas de Viento.....	70
3.3.9.	Estación VHF/DSC Montecristi.....	73
3.3.10.	Estación VHF/DSC Cabuyas.....	75
3.3.11.	Estación VHF/DSC Salinas.....	78
3.3.12.	Estación VHF/DSC Hierbabuena.....	80
3.4.	Tabla de descripción de los equipos en los sistemas de energía. ....	82
3.5.	Diseño de los Sistemas Eléctricos en cada Estación MF/HF y Control Remota.....	83

3.5.1. Estación Costera Manta-Manabí.....	83
3.5.2. Estación MF/HF Jaramijó-Manabí.....	84
3.5.3. Estación Costera Puerto Ayora.....	85
3.5.4. Estación MF/HF Bellavista.....	85
CAPITULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	87
4.1 Conclusiones.....	87
4.2 Recomendaciones.....	88
Anexos .....	90
Bibliografía.....	118

## Índice de Figuras

### Capítulo 2

Figura 2. 1: Diagrama de la red LSD de la dirección general de la marina mercante .....	7
Figura 2. 2: Zonas de navegación de ciertos equipos del SMSSM. ....	8
Figura 2. 3: Sistema amplificado del diseño de la Estación Costera, Estación VHF y Estación remota MF/HF. ....	15
Figura 2. 4: Equipos con el espectro electromagnético.....	18
Figura 2. 5: Bandas de frecuencia. ....	19
Figura 2. 6: Instalación fotovoltaica a la red de baja tensión. ....	23
Figura 2. 7: Esquema general de la instalaciones fotovoltaicas autónomas. ....	24
Figura 2. 8: Diseño de la célula fotovoltaica.....	25
Figura 2. 9: Diseño del panel solar fotovoltaico.....	26
Figura 2. 10: Principio de funcionamiento de la energía solar fotovoltaica. ..	28
Figura 2. 11: Concepto de la radiación Solar. ....	29
Figura 2. 12: Insolación Global Horizontal en Sudamérica.....	29
Figura 2. 13: Inversor fotovoltaico de energía solar. ....	31
Figura 2. 14: Tipos de ondas del Inversor fotovoltaico. ....	32
Figura 2. 15: Acumulador dentro del diseño de la energía solar. ....	33
Figura 2. 16: Conexión serie y paralelo de baterías de baterías. ....	34
Figura 2. 17: Esquema del funcionamiento de los Reguladores. ....	35
Figura 2. 18: Tipos de reguladores. ....	36
Figura 2. 19: Sistema de alimentación interrumpida interna.....	37
Figura 2. 20: Transformador eléctrico de potencia. ....	40
Figura 2. 21: Diseño interno de los transformadores de aislamiento. ....	41
Figura 2. 22: Partes del grupo electrógeno. ....	42
Figura 2. 23: Diseño de cables modelo MC4 10AW G PV W, 600V, 100´ ....	43
Figura 2. 24: Puesta a tierra del pozo. ....	44
Figura 2. 25: Practica eléctrica de un medidor eléctrico. ....	46

### Capítulo 3

Figura 3. 1: Power/Data Access Viewer. ....	49
Figura 3. 2: Trina Solar Introduction of 670W Vertex Module. ....	50
Figura 3. 3: Regulador Solar MPPT Flexmax FM80 DE 80 Amperios. ....	51
Figura 3. 4: Schneider Electric Conext SW 4024 SW 4024 inversor/Cargador. .....	52
Figura 3. 5: Bacteria Energy PowerSafe OPzV. ....	53
Figura 3. 6: Diseño fotovoltaico de 6 módulos en San Joaquín. ....	55
Figura 3. 7: Diseño fotovoltaico de 1 módulo en San Joaquín. ....	56
Figura 3. 8: Diseño fotovoltaico de 6 módulos en Sierra Negra. ....	57
Figura 3. 9: Diseño fotovoltaico de 1 módulo en Sierra Negra. ....	58
Figura 3. 10: Diseño fotovoltaico de 6 módulos en Asilo de la Paz. ....	60
Figura 3. 11: Diseño fotovoltaico de 1 módulo en Asilo de la Paz. ....	61
Figura 3. 12: Diseño fotovoltaico de 9 módulos en Crocker. ....	62
Figura 3. 13: Diseño fotovoltaico de 1 módulo en Crocker. ....	63
Figura 3. 14: Diseño fotovoltaico de 9 módulos en Zapallo. ....	65
Figura 3. 15: Diseño fotovoltaico de 1 módulo en Zapallo. ....	66
Figura 3. 16: Diseño fotovoltaico de 9 módulos en Don Juan. ....	67
Figura 3. 17: Diseño fotovoltaico de 1 módulo en Don Juan. ....	68
Figura 3. 18: Diseño fotovoltaico de 9 módulos en Nueve. ....	69
Figura 3. 19: Diseño fotovoltaico de 1 módulo en Nueve. ....	70
Figura 3. 20: Diseño fotovoltaico de 9 módulos en Lomas de Viento. ....	72
Figura 3. 21: Diseño fotovoltaico de 1 módulo en Zapallo. ....	73
Figura 3. 22: Diseño fotovoltaico de 9 módulos en Montecristi. ....	74
Figura 3. 23: Diseño fotovoltaico de 1 módulo en Montecristi. ....	75
Figura 3. 24: Diseño fotovoltaico de 9 módulos en Cabuyas. ....	76
Figura 3. 25: Diseño fotovoltaico de 1 módulo en Cabuyas. ....	77
Figura 3. 26: Diseño fotovoltaico de 9 módulos en Salinas. ....	79
Figura 3. 27: Diseño fotovoltaico de 1 módulo en Salinas. ....	80
Figura 3. 28: Diseño fotovoltaico de 9 módulos en Hierbabuena. ....	81
Figura 3. 29: Diseño fotovoltaico de 1 módulo en Hierbabuena. ....	82
Figura 3. 30: Diseño del grupo electrógeno en Manta-Manabí. ....	84
Figura 3. 31: Diseño del grupo electrógeno en Jaramijó-Manabí. ....	84
Figura 3. 32: Diseño del grupo electrógeno en Puerto Ayora. ....	85
Figura 3. 33: Diseño del grupo electrógeno en Bellavista. ....	86

## Índice de Tablas

### Capítulo 2

Tabla 2. 1: Diferencia entre cada fabricación entre los paneles solares.....	26
Tabla 2. 2: Materiales utilizados en los módulos fotovoltaicos. ....	30
Tabla 2. 3: Carga potencial nominal de los inversores con su eficiencia. ....	32

### Capítulo 3

Tabla 3. 1: Estación VHF/DSC implementando sistemas fotovoltaicos. ....	46
Tabla 3. 2: Estaciones MF/HF implementando sistemas de energía.....	82

## Resumen

La Organización Marítima Internacional (OMI), a través del Convenio Internacional para Salvaguardar de la Vida Humana en el Mar (SOLAS), dispuso que, a partir del año 1999, se implementó en todo el mundo el Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítima (S.M.S.S.M.), el cual tiene como fin asegurar las comunicaciones de socorro y emergencia entre los buques en siniestro y las Estaciones Costeras del país ribereño, de forma expedita y con un 100% de confiabilidad. El propósito del Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítima es el de alertar rápidamente a las Estaciones Costeras, por ende, a la Autoridad Marítima Nacional, así como también a otros buques, de que existe una embarcación en emergencia, para que de esta forma proceder con la búsqueda y salvamento en el menor tiempo posible. Dentro de las Estaciones Costeras deben disponer de estaciones remotas VHF en zonas lo más altas posibles y con bastante proximidad al área marítima Continental e Insular, de la misma forma deben incluir equipos transmisores MF y HF, sin necesidad de tanta altura y por último equipo satelital para las comunicaciones en alta mar, fuera del alcance del VHF o MF/HF. Y por último hay que indicar que el proyecto, al incluir energías renovables y por ende ser completamente amigable con el medio ambiente y al utilizar sitios que ya dispone la Autoridad Marítima, no implica ningún tipo de afectación a la naturaleza, por lo que no se requiere un estudio de impacto ambiental.

**Palabras claves:** Comunicación, Estaciones remotas VHF, Energía renovable, equipos transreceptores MF y HF, Embarcaciones de emergencia y socorro, equipo satelital VHF o MF/HF.



# CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

## 1.1. Introducción.

El espacio marino Costero del Ecuador comprende la franja terrestre conformada por los 29 cantones Litorales Continentales, los espacios marítimos jurisdiccionales que incluye, Aguas Interiores Continentales, Mar territorial, Zona Económica Exclusiva (que incluye la Zona contigua) y espacios marítimos jurisdiccionales que incluyen las áreas potenciales de extensión de la plataforma Continental.

El territorio marítimo del Ecuador en donde se conforma con los espacios marítimos jurisdiccionales en donde el Estado Ecuatoriano efectúa lo siguiente: ejerce soberanía, derechos de soberanía, jurisdicción y control con el fin de explorar y explotar los recursos marinos de forma sostenible, sustentable y racional; realiza acciones de protección del medio marino y conservación de la biodiversidad marina; salvaguarda la vida humana en el mar; garantiza la seguridad a la navegación; realiza investigación marina; regula la construcción de islas artificiales y plataformas de distinta índole, efectúa el tendido de cables y tuberías submarinas, y regula todas las actividades que el hombre realiza en dichos espacios marítimos, en el marco del Derecho Internacional Marítimo y la Constitución, leyes y reglamentos Ecuatorianos pertinentes. Por otro lado, el Ecuador tiene límites marítimos con las Repúblicas de Colombia, Costa Rica y Perú. (Salcedo A. , 2017)

La línea costera Continental tiene una longitud de 5.271,1 *km*, y la línea de costa Insular es de 1.964.8 *km.*, comprendiendo a las provincias de Esmeraldas, Manabí, Guayas, Santa Elena, El Oro y Galápagos. Son 266.300 *km*<sup>2</sup> en el área de interés del Estado Ecuatoriano, mientras que las zonas de búsqueda y salvamento (SAR) establecidas por la OMI son de 892.520 *km*<sup>2</sup>.

Cabe indicar que el área del Régimen Especial de Galápagos cuenta con distinciones nacionales e internacionales que garantizan su manejo y con un Plan de Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial y también el área de Reserva Marina, sin embargo, se considerarán para los espacios marítimos Insulares el manejo en las aguas jurisdiccionales en lo que respecta a la garantía de la soberanía y derechos soberanos del Estado en este territorio.

En lo que respecta a la seguridad y protección marítima, el Ecuador es país miembro de la Organización Marítima Internacional (OMI), para salvaguardar la seguridad de la vida humana en el mar, evitar la contaminación marina y realizar operaciones de búsqueda y rescate en el mar, conforme lo establecido en los convenios internacionales de Seguridad de la Vida Humana en el Mar (SOLAS), Prevención de la Contaminación en el Mar (MARPOL) y de Búsqueda y Rescate Aéreo y Marítimo (IAMSAR).

El Estado Ecuatoriano requiere instalar dos Estaciones Costeras, para la seguridad marítima en los sectores de responsabilidad, por lo que el presente proyecto se basa en el diseño de los equipos y módulos, de los respaldos y protecciones eléctricas de las Estaciones, de acuerdo con el siguiente detalle:

➤ Estación Costera Insular de Galápagos

Estaciones Remotas VHF: Se ejecuta el diseño de los sistemas fotovoltaicos y protecciones puestas a tierra, de cuatro equipos VHF, radioenlaces, equipos informáticos, iluminación; en las estaciones Cerro San Joaquín-isla San Cristóbal; Cerro Crocker-isla Santa Cruz; Cerro Asilo de la Paz-isla Floreana (Santa María) y Cerro Sierra Negra-Isla Isabela; cálculos basados en la incidencia del sol en cada sitio. Es de mencionar, que en cada sitio no se dispone de alimentación eléctrica de 220 VAC.

Estación remota MF y HF: La cual se ubica en el sector de Bellavista, isla Santa Cruz, a 4,5 km de la Estación Costera; se procederá con el diseño del sistema de alta a baja tensión, grupo electrógeno, U.P.S. y puesta a tierra; para alimentación y protección de dos equipos MF/HF de 1000W cada uno y un equipo MF (NAVTEX) de 1000w, equipos informáticos, radioenlaces, iluminación.

Estación Costera: Ubicada en Puerto Ayora, isla Santa Cruz; se procederá con el diseño del sistema de grupo electrógeno, U.P.S. y puesta a tierra; para alimentación y protección de los equipos receptores, radioenlaces, equipos informáticos, computadores, módems, iluminación.

➤ Estación Costera Litoral Continental

Estaciones Remotas VHF: Se ejecutará el diseño de los sistemas fotovoltaicos y protecciones puestas a tierra, de cuatro equipos VHF, radioenlaces, equipos informáticos, iluminación; en las estaciones cerro Chilla (El Oro); Cerro Salinas (Santa Elena), Cerro Bola de Oro, Jaboncillo, Loma de Vientos y

Nueve (Manabí) y los cerros Don Juan y Zapallo (Esmeraldas); cálculos basados en la incidencia del sol en cada sitio. Es de mencionar, que en cada sitio se dispone de alimentación eléctrica de 220 VAC, aunque de mala calidad, debido a las constantes interrupciones y la condición selvática en las que se encuentran cada estación.

Estación remota MF y HF: La cual se ubica en el sector de Jaramijó (Manabí); se procederá con el diseño del sistema de alta a baja tensión, grupo electrógeno, U.P.S. y puesta a tierra; para alimentación y protección de dos equipos MF/HF de 1000w cada uno y dos equipos MF (NAVTEX) de 1000W, equipos informáticos, radioenlaces, iluminación.

Estación Costera: Ubicada en el Puerto de Manta (Manabí); se procederá con el diseño del sistema de grupo electrógeno, U.P.S. y puesta a tierra; para alimentación y protección de los equipos receptores, radioenlaces, equipos informáticos, computadores, módems, iluminación.

## **1.2. Antecedentes.**

Con la finalidad de diseñar los sistemas fotovoltaicos en las Estaciones VHF realizamos el desarrollo eléctrico autónomo de energía renovable y los grupos electrógenos con UPS en las Estaciones costeras con sus debidas protecciones para obtener una mejor comunicación y eficiencia en los equipos instalados en estas Estaciones.

## **1.3. Definición del Problema.**

En algunos punto de las estaciones de comunicación antes indicadas, no disponen de energía 120/220 Vac por parte de la empresa eléctrica y en el caso de donde si existe energía pública, la energía es de mala calidad o se interrumpe de forma intempestiva, afectando el correcto funcionamiento y en algunos casos dañando los equipos de comunicaciones, llegando así a dificultar las comunicaciones de seguridad entre las estaciones costeras y las embarcaciones del móvil marítimo, al no poder recibir alguna señal de socorro, poniendo en peligro la vida humana en el mar.

## **1.4. Justificación del Problema.**

Con el diseño de los sistemas de alimentación, protección y respaldo de energía, de las Estaciones Costeras y Estaciones Remotas VHF y MF/HF, se podrá disponer de los requerimientos de equipos y módulos, para mantener su operación los 360 días del año, 24 horas del día, en beneficio de la seguridad marítima y por ende la seguridad de la vida humana en el mar.

## **1.5. Objetivos del Problema de Investigación.**

### **1.5.1. Objetivo General.**

El proyecto tiene como objetivo el diseñar la instalación de sistemas fotovoltaicos, grupos electrógenos, transformadores de alta y baja tensión, UPS, instalaciones eléctricas; todo basado en las cargas que estarán instaladas en las Estaciones Costeras y Estaciones remotas VHF y MF/HF, para que operen las 24 horas del día, 365 días al año.

### **1.5.2. Objetivos Específicos.**

1. Diseñar los sistemas fotovoltaicos en las estaciones remotas VHF del sector Continental en el Cerro Chilla (El oro), Cerro Salinas (Santa Elena), Cerro Bola Oro (Pto. López-Manabí), Cerro Jaboncillo (Portoviejo-Manabí), Cerro Loma de Vientos (Bahía de Caráquez-Manabí), Cerro Nueve (Jama-Manabí), Cerro Don Juan (Sua-Esmeraldas) y en el Cerro Zapallo (Esmeraldas); y en las Estaciones Remotas VHF del sector Insular (Galápagos) en el Cerro Crocker (Isla Santa Cruz), Cerro San Joaquín (Isla San Cristóbal), Cerro Sierra Negra (Isla Isabela) y en el Cerro Asilo de la Paz (Isla Floreana).
2. Diseñar los sistemas de respaldo de energía como UPS, Grupo Electrónico, Instalaciones Eléctricas, Transformador de aislamiento en AC, transformadores de alta a baja, en la Estación de transmisión MF/HF del sector Continental en Jaramijó (Manabí) y la Estación de transmisión MF/HF del sector Insular (Galápagos) en Bellavista (Isla Santa Cruz).
3. Diseñar los sistemas de respaldo de energía como UPS, Grupo Electrónico, Instalaciones Eléctricas, Transformador de aislamiento en AC, en la Estación Costera de control Remoto del sector Continental

en Manta (Manabí) y en las Estación Costera de control Remoto del sector Insular (Galápagos) en Puerto Ayora (Isla Santa Cruz).

#### **1.6. Plazo de ejecución y entidades responsables.**

El tiempo que se estima en su adquisición e instalación es de 6 meses y dependerá de la disponibilidad de presupuesto y la entidad responsable será la Autoridad Marítima Nacional.

#### **1.7. Metodología de Investigación.**

El presente documento será de tipo deductivo ya que se habla de los requerimientos de comunicaciones de seguridad marítima en el Estado Ecuatoriano, dando así muchos temas de discusión de esta, para finalmente enfocarse en los sistemas fotovoltaicos y los sistemas de respaldo de energía en las estaciones de comunicación marítima.

También el documento será de tipo explicativo ya que explica el desarrollo de los diseños fotovoltaicos en las estaciones con sus debidos cálculos y figuras que los demuestran en su totalidad e igualmente de los grupos electrógenos conectados con la red y el respaldo de energía para llegar a una buena explicación ilustrativa.

## **CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **2.1. Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítima.**

El sistema mundial de socorro y seguridad marítima (SMSSM) es una parte importante de la convención de seguridad de la vida en el mar (SOLAS) de la organización internacional marítima (OMI). Es un conjunto de procedimientos de seguridad acordados internacionalmente, tipos de equipos y protocolos de



Para fines operativos internacionales, el sistema SMSSM subdivide el mundo en 4 áreas marítimas geográficas principales, que son las áreas marítimas A1, A2, A3 y A4 del SMSSM. El rango de comunicación de los diferentes tipos de sistemas de comunicación por radio necesariamente llevados a bordo de los buques SOLAS en el mar, define sustancialmente los límites geográficos de estas áreas marítimas. Los buques que navegan en ciertas áreas deberán llevar equipos especializados con el tema del sistema SMSSM: (Pozu, 2019)

- Zona A1: Es aquella zona que está bajo la cobertura de una estación en tierra que posea cobertura total en VHF DSC canal 70. (De 20 a 30 millas).
- Zona A2: Es aquella zona que está bajo la cobertura de una estación en tierra que posea cobertura total en MF DSC en la frecuencia de socorro de 2.187,5 kHz. (aprox 100 millas).
- Zona A3: Es aquella zona que está bajo la cobertura de una estación en tierra que posea cobertura total de los satélites de comunicaciones INMARSAT.
- Zona A4: Es aquella zona que no está comprendida en ninguna de las zonas anteriores, actualmente sería por encima de los 70o norte y por debajo de los 70o sur (Zonas Polares).

En la figura 2.2 de las zonas de navegación, en lo referente a los usuarios del Servicio Móvil Marítimo a nivel mundial, el S.M.S.S.M. recomienda que las embarcaciones de más de 300 TRB, dispongan de una serie de equipos cuyos requerimientos técnicos dependen de la zona marítima en la cual opere el buque, entre los principales equipos podemos mencionar: (Pozu, 2019)

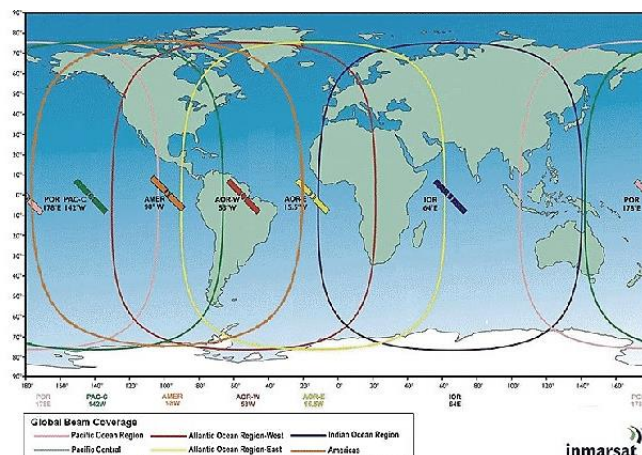


Figura 2. 2: Zonas de navegación de ciertos equipos del SMSSM.  
Fuente: (Pozu, 2019)

## **2.2. Organización Marítima Internacional.**

El mar es esencial para la vida en el planeta, para todos los pueblos del mundo contemporáneo y es una fuente de alimentos y energía. También es un camino para miles de buques que une continentes y países, pero también el mal tiempo puede ocasionar desastres ya sea por el error humano o fallos mecánicos. Los países de tradición marinera han tenido que enfrentarse a estos problemas durante siglos, la seguridad de navegación es una preocupación de ámbito nacional. Todo buque puede tener un accidente en cualquier parte del mundo y las consecuencias de los accidentes principalmente por contaminación se puede observar en cualquier costa y solo cabe a hacer frente a los accidentes y a sus consecuencias a un plano internacional. (OMI, 2020)

La organización que tiene la responsabilidad de actuar frente a estos problemas mundiales es la organización marítima internacional (OMI) ya que es un organismo especializado del sistema de las Naciones Unidas responsables de la seguridad y protección de la navegación y prevención de la contaminación del mar por los buques y también se ocupa de cuestiones jurídicas como la indemnización de los que han sido afectados por desastres y contaminación. (Lozano Trebol, 2016)

## **2.3. Convenio Internacional de Seguridad de la Vida Humana en el Mar.**

Es el convenio más importante de todos los tratados internacionales sobre la seguridad de los buques. La primera versión fue aprobada en 1914 en respuesta a la catástrofe del Titánic, la segunda en 1929, la tercera en 1948, la cuarta en 1960 y la quinta en 1974 que incluye el procedimiento de aceptación tácita que establece que una enmienda entrará en vigor en una fecha determinada a menos que las enmiendas que estén antes de la fecha de objeciones reciban un número de convenios. (Bravo, 2020)

El convenio internacional de Seguridad de la Vida Humana en el Mar conocido como SOLAS actualmente vigente, fue adoptado el 1 de noviembre del año 1974 por la conferencia internacional sobre la seguridad de la vida humana en el mar en donde tuvo vigor el 25 de mayo de 1980 pero fue convocado por la organización marítima internacional, desde entonces por medio de los



protocolos han sido enmendado por dos veces. El protocolo adoptado el 17 de febrero de 1978 por la conferencia internacional sobre la seguridad de buques tanques y prevención de la contaminación y el protocolo de 1978 relativo a SOLAS en el cual entro en vigor el primero de mayo de 1981. (Bravo, 2020)

El protocolo adoptado del 11 de noviembre de 1988 por la conferencia internación sobre el sistema armonizado de reconocimiento y certificación y el protocolo del año de 1988 relativo al SOLAS que entro a vigor el 3 de febrero del año 2000 y reemplazó, dejando sin efecto el protocolo de 1978 entre las partes en el protocolo de este mismo año. (Bravo, 2020)

El convenio es objeto de continua enmienda mediante resoluciones aprobadas en las reuniones del comité de seguridad marítima de la OMI o en conferencias de gobiernos contratantes hasta la fecha de publicación de su versión refundida del año 2009 el convenio ha sido objeto de 36 enmiendas. El protocolo de 1988 también ha sido enmendado por varias ocasiones ya que una de las ultimas enmiendas entro en vigor en enero de año de 2017.

El objetivo principal del convenio SOLAS es especificar normas de construcción y explotación de buques para garantizar su seguridad y de las personas embarcadas o también de su tripulación. Las disposiciones de control permiten a los gobiernos contratantes inspeccionar los buques de otros Estados contratantes si hay motivo fundado para creer que el buque y su equipo no cumplen sustancialmente con los requisitos de la convención y este procedimiento se lo reconoce con el nombre del Estado rector del puerto. El convenio SOLAS se incluye artículos que establecen las obligaciones generales del procedimiento de enmiendas y un anexo estructura en 14 capítulos. (Bravo, 2020)

En el capítulo 1 habla sobre las disposiciones generales. En el capítulo 2.1 habla sobre la construcción, estructura, compartimiento, estabilidad de instalaciones de máquinas e instalaciones eléctricas del buque. En este capítulo podríamos decir que es amplio por lo que comprende de 5 partes. En el capítulo 3 se habla sobre los dispositivos y medios de salvamento. En el capítulo 4 habla sobre las radiocomunicaciones. En el capítulo 5 habla sobre la seguridad de navegación. En el capítulo 6 habla sobre el transporte de carga. En el capítulo 7 habla sobre el transporte de mercancía peligrosa. En

el capítulo 8 habla sobre los buques nucleares. En el capítulo 9 habla sobre la gestión de la seguridad operacional de los buques. En el capítulo 11.1 habla sobre las medidas especiales para incrementar la seguridad marítima. En el capítulo 11.2 habla sobre las medidas especiales para incrementar la protección marítima. En el capítulo 12 habla sobre las medidas adicionales aplicables a los buques graneleros. En el capítulo 13 habla sobre la verificación de cumplimiento. En el capítulo 14 habla sobre la medida de seguridad para los buques que operen en aguas polares.

#### **2.4. Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación.**

El convenio internacional para prevenir la contaminación (MARPOL) es el principal convenio internacional que versa sobre la prevención de la contaminación del medio marino por los buques a causa de factores de funcionamiento o accidentales. En el convenio figuran reglas encaminadas a prevenir y reducir al mínimo la contaminación ocasionada por los buques tanto accidental como procedente de las operaciones normales y actualmente incluye 6 anexos técnicos en el cual figuran zonas especiales en las que se realizan controles estrictos respecto a las descargas operacionales. (OMI, 2020)

En el anexo 1 nos brinda el reglamento para prevenir la contaminación por los hidrocarburos adoptado el 2 de octubre de 1983 y la enmienda en 1992 que obligó a los buques petroleros a incluir doble casco dentro de sus embarcaciones. En el anexo 2 nos brinda las reglas para prevenir la contaminación por las sustancias nocivas líquidas transportadas a granel y entro en vigor el 2 de octubre de 1983 y se hablan de 250 sustancias que pueden ser descargados. En el anexo 3 nos brinda las reglas para prevenir la contaminación de sustancias perjudiciales trasportadas en el mar por bulto y fue creada en 1 de julio de 1992. En el anexo 4 nos habla de las reglas para prevenir la contaminación por las aguas sucias en los buques, entro en vigor el 27 de septiembre de 2003. En el anexo 5 nos brinda las reglas para prevenir la contaminación por la basura de los buques y entro en vigor el 31 de diciembre de 1988. En el anexo 6 nos habla de las reglas para prevenir la contaminación atmosférica ocasionada por los buques ya que se debe controlar las emisiones de dióxido de azufre o de dióxido de nitrógeno que

están presente en los escapes de los buques y entro en vigor el 19 de mayo de 2005. (OMI, 2020)

El objetivo de MARPOL es preservar el ambiente marino mediante la completa eliminación de la polución por hidrocarburos y otras sustancias dañinas, así como la minimización de las posibles descargas accidentales. Estas se comprometen a cumplir las disposiciones del presente convenio y de aquellos anexos por los que estén obligadas, a fin de prevenir la contaminación del medio marino provocada por la descarga de sustancias perjudiciales, o de afluentes que contengan tales sustancias, en transgresión del convenio. (OMI, 2020)

Está desarrollado por la organización marítima internacional (OMI) y se adoptó el 2 de noviembre de 1973. Debido a los grandes accidentes y derrames que han existidos entre 1976 a 1977, se realizó un nuevo protocolo de protección marítima en 1978 por prevención de vertimientos accidentales de hidrocarburos y llevaban impactos negativos al medio acuático tanto a la fauna como a la flora. Dicho convenio fue absorbido por este nuevo protocolo, pero no se lo trataba como convenio, sino que se enfocaban más en las leyes de dicho protocolo. Pero hasta el 2 de octubre de 1983 que este convenio fue actualizado y obtuvo más vigor. (OMI, 2020)

## **2.5. Radiocomunicación Marítima.**

Las radiocomunicaciones marítimas son telecomunicaciones que mediante canales utilizan ondas radioeléctricas estas pueden ser de radiotelefonía (voz) o de datos (mensaje escrito). Estas son utilizadas como un medio de seguridad de marítima y así llegar a comunicarse desde las estaciones costeras o buques hasta los barcos o para recibir o enviar mensajes de socorro. Los equipos de radiocomunicación marítima llevan a cabo por:

- Radioteléfono VHF→ Incorporan llamadas selectivas digital para llegar a comunicarse con estaciones costeras o de buque.
- VHF portátil GMDSS→ Estas son utilizadas en caso de emergencia ya que son de corto alcance y llevan implementado una larga batería de duración (comunican barcos cercanos).
- Radioteléfono MF/HF→ Son frecuencias medias y altas (MF/HF) que son parecidas a los VHF, pero con la peculiaridad de obtener una mayor salvedad con respecto a su alcance. Estos equipos llevan

llamadas selectivas digitales ya incorporados y receptores de vigilancia.

- Radiobaliza EPIRB→ Son utilizados como una alerta de socorro dando la posición e identidad del barco y persona.
- Transportador de radar→ Es un dispositivo portátil que ayuda a la búsqueda y rescate mediante radar.
- Radar→ Utilizan una pantalla para mostrar la ubicación de la costa, buques en la zona u objetos de gran tamaño.
- NAVTEX→ Sistema de información de seguridad marítima permitiendo facilitar información de la seguridad del mar, avisos temporales, previsiones meteorológicas e información de buques.
- INMARSAT→ Estas ofrecen telefonía y datos a embarcaciones de todo el mundo por vía satelital.

## **2.6. Estación de Transmisores MF-HF.**

Están instaladas en sitios lo más alejado posible de poblaciones y estaciones receptoras, ya que estos equipos emiten con 1000 vatios de potencia, para nuestro caso y en otros casos a más potencia. El sitio de instalación no necesita altura debido al comportamiento MF que es a nivel terrestre y con una cobertura de 250 milla náuticas y HF que funciona con rebotes en la ionosfera y cuya cobertura depende de la hora del día, frecuencia de uso (2 a 30Mhz) este sistema es de largo alcance. En la figura 2.3. se puede apreciar que cada Estación dispone de los siguientes equipos:

- Acometida eléctrica de Alta a baja tensión, con bancos de transformadores y protecciones eléctricas.
- Sistema de puesta a tierra y protecciones contra rayos, en toda el área de la estación.
- Protecciones contra transcientes en AC y líneas coaxiales.
- Transmisor MF (NAVTEX) de 1000 vatios 1+1, para la difusión de ayuda a la navegación dentro de un rango de 250 millas náuticas, debe disponer de una Antena MF tipo "T", que opera a través de un acoplador automático de frecuencia, 490khz y 510khz.
- Dos Transmisores MF-HF de 1000 vatios 1+1, para uso en voz y LL. S.D., que operan con una antena tipo MONOCOM.

- La conexión con la Estación de Control, se lo realizará por medio de la red de datos a través de radioenlace.
- Un generador de 20 kVA trifásico como poder de respaldo.
- Sistema de puesta a tierra, protecciones contra rayos y transcientes en AC y líneas coaxiales.

## **2.7. Estación de Transmisores VHF.**

Están instaladas en sitios lo más altos posibles y próximos a la costa, de tal forma que la cobertura sea la máxima, hay que recordar que las ondas VHF son de línea de vista y que entre más alto sea el sitio, mayor será la cobertura, por ejemplo, a una altura de 840m, la cobertura teórica es de 70 millas náutica. En la figura 2.3. se puede apreciar que cada Estación dispone de los siguientes equipos:

- Un equipo transreceptor en el canal 70 para uso con Llamada Selectiva Digital (LSD), para recepción y transmisión de llamadas de urgencia y rutina,
- Un equipo transreceptor en el canal 16, en voz, para llamada y coordinación de búsqueda y rescate.
- Dos equipos transreceptores en canales de correspondencia pública en voz, en canales diferentes por cada Estación remota VHF.
- Todo el equipamiento se conecta a un sistema de una antena de recepción, por medio de un Multiacoplador de antena y una antena de alta ganancia. Así mismo la parte de transmisión se conecta a un sistema de antena transmisora por medio de combinadores y filtros.
- El sistema VHF también dispone de una parte informática, la que, conectada al radioenlace o cualquier tipo de acceso a internet, poder ser controlados los transreceptores de forma remota desde la Estación Costera.
- El sistema VHF, es alimentado en las Galápagos; debido a que en los sitios no existe energía pública por ser sitios apartados; por medio de sistemas fotovoltaicos y/o eólico. En el continente, debido a la existencia de energía pública de 220VAC, se aplicarían bancos de baterías con controladores.

## 2.8. Estación Costera.

Una Estación Costera o Estación de Radio Costera (CRS Coast Radio Station) es una estación de radio marítima capaz de dar servicio a las frecuencias de socorro y a las comunicaciones radiofónicas o telegráficas barco-barco y barco-tierra. Las Estaciones Costeras monitorizan las frecuencias de emergencia, coordinan el tráfico de buques vía radio y retransmiten las comunicaciones costa-a-barco y barco-a-costa. Disponen de equipos receptores MF/HF, que monitorean las 24 horas del día los 360 días del año, las frecuencias de emergencia en LSD y voz y las comunicaciones de correspondencia pública. También realizan el control de la red de comunicaciones VHF y MF/HF.

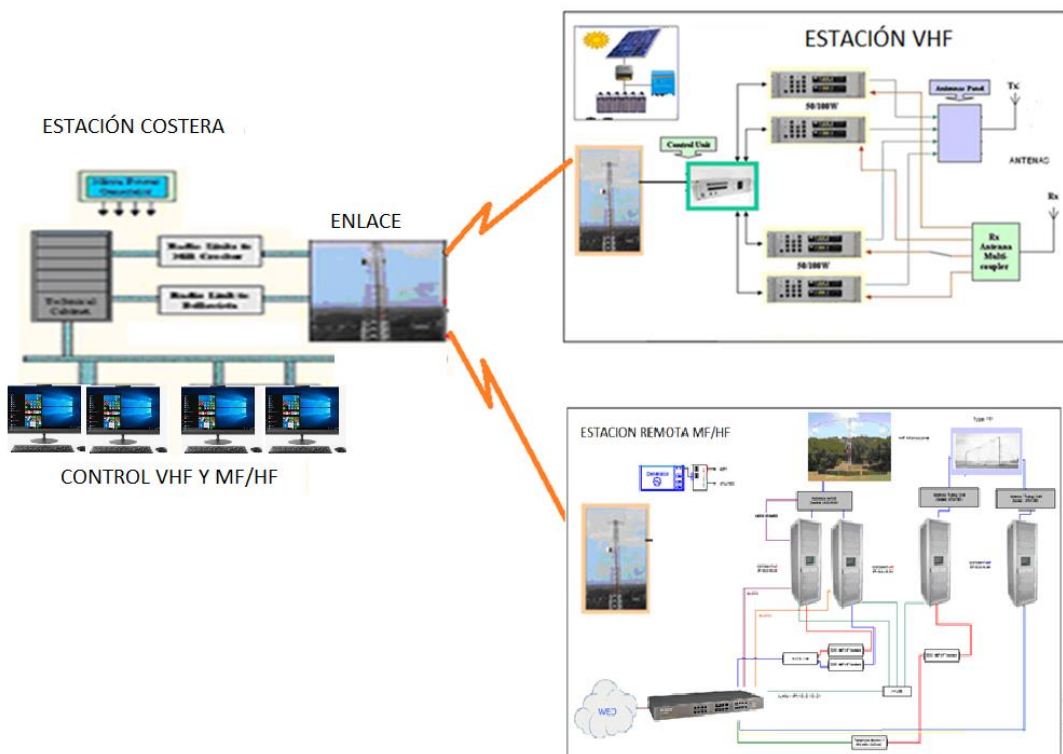


Figura 2. 3: Sistema amplificado del diseño de la Estación Costera, Estación VHF y Estación remota MF/HF.

Fuente: Elaborado por el Autor.

## 2.9. Procedimientos de Llamadas

- Procedimiento de Llamada en la Banda VHF: En las frecuencias comprendidas entre 156 MHz y 174 MHz, cuando las condiciones son buenas, la llamada se transmitirá de la siguiente forma: El nombre, distintivo de llamada u otra señal de identificación de la estación que

llama, una vez. El nombre, distintivo de llamada u otra señal de identificación de la estación que llama, dos veces a lo sumo. Una vez establecido el contacto, sólo podrá transmitirse una sola vez el distintivo de llamada u otra señal de identificación. En estas bandas utilizadas en el servicio móvil marítimo, las llamadas entre barcos y de una estación costera a una estación de barco, procura hacerse, en general, en la frecuencia de 156,8 MHz (Canal 16). Cuando una estación reciba una llamada en la frecuencia de 156,8 MHz, procurará responder en la misma frecuencia, a no ser que la estación que llama haya indicado otra frecuencia para la respuesta. Cuando una estación costera abierta a la correspondencia pública llame a una estación de barco en un canal de dos frecuencias, la estación de barco responderá en la frecuencia asociada a la de la estación costera; inversamente, una estación costera responderá a la llamada de la estación de barco, en la frecuencia asociada a la que la estación de barco haya utilizado para la llamada. (Oficina de reglamentos y publicaciones marítimas, Cartilla Radiotelefónica del Servicio Móvil Marítimo, 2003)

- b) Procedimiento de Llamada en la Banda MF: La llamada se transmitirá en la siguiente forma: El nombre o distintivo de llamada u otra señal de identificación de la estación llamada, 3 veces a lo sumo. El nombre o distintivo de llamada u otra señal de identificación de la estación que llama, tres veces a lo sumo. Una vez establecido el enlace, sólo podrá transmitirse una sola vez el nombre o distintivo de llamada u otra señal de identificación. Cuando una estación radiotelefónica de barco llame a una estación costera, procurará utilizar para la llamada: La frecuencia de 2.182 kHz. Una frecuencia de trabajo, cuando haya gran densidad de tráfico. Cuando una estación radiotelefónica de barco llame a una costera de su país o de nacionalidad distinta a la suya, deberá utilizar por regla general la frecuencia de 2.182 kHz. No obstante, la estación de barco también podrá utilizar una frecuencia de trabajo en la que la estación costera mantenga escucha. Cuando una estación radiotelefónica de barco llame a otras estaciones de barco, utilizará: La frecuencia de 2.182 kHz; Una frecuencia de barco a barco, donde y cuando haya gran densidad de tráfico y siempre que este

procedimiento haya sido objeto de acuerdo previo. Las estaciones costeras deberán llamar a las estaciones de barco de su propia nacionalidad, ya sea en una frecuencia de trabajo si se trata de llamadas individuales, o en la frecuencia de 2.182 kHz. (Oficina de reglamentos y publicaciones marítimas, Cartilla Radiotelefónica del Servicio Móvil Marítimo, 2003)

- c) Procedimiento de Llamada en la Banda HF: En cada banda de HF para comunicaciones radiotelefónicas existe un canal de llamada y varios canales de trabajo. El número del canal y las frecuencias asociadas a cada canal figuran en el Apéndice 17 del Reglamento de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, señaladas en el Anexo "B" de este manual. El procedimiento de llamada en HF es similar al descrito para la banda de MF, debiendo la estación de barco que llama a una estación costera emplear el canal de llamada que corresponda a la banda utilizada. Por ejemplo, para llamar a una estación costera en la banda de 4 MHz, se debe usar el canal 421, o bien, la frecuencia de trabajo de la estación costera de, tal como se publica en el Nomenclátor de las Estaciones Costeras. Radioenlaces. (Oficina de reglamentos y publicaciones marítimas, Cartilla Radiotelefónica del Servicio Móvil Marítimo, 2003)

## **2.10. Espectro Electromagnético y Espectro Radioeléctrico.**

El espectro electromagnético es la distribución energética del conjunto de las ondas electromagnéticas que pueden desplazarse a través de medios alámbricos e inalámbricos a través de conductores de fibra óptica o cobre, a través del espacio o vacío respectivamente. Estas son utilizadas para los servicios de radiodifusión y servicios móviles de compañías. A medida que avanza la tecnología se aumenta o disminuye el rango de frecuencia utilizados en comunicaciones que corresponden al Estado del avance tecnológico ya que el espectro electromagnético está dividido en intervalos de frecuencias y son llamadas bandas de frecuencia que son asignadas para diferentes usos dentro de las radiocomunicaciones. (Medios Inalambricos, s.f.)



## El espectro electromagnético (EEM)

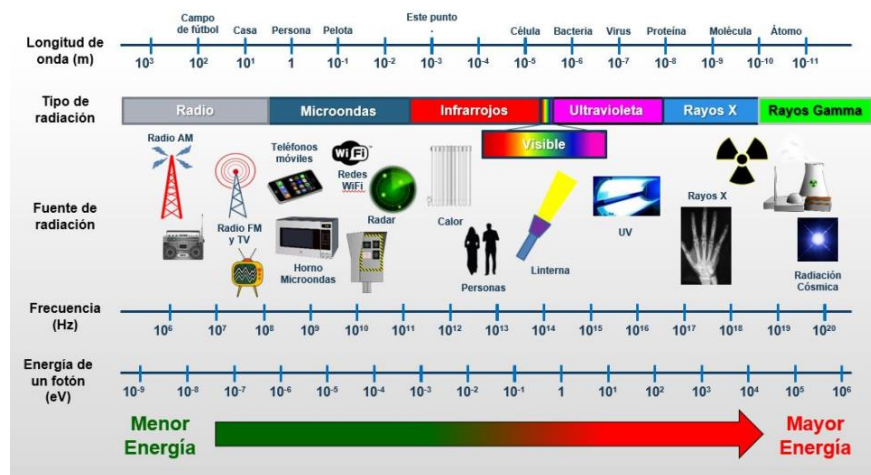


Figura 2. 4: Equipos con el espectro electromagnético.

Fuente: (Medios Inalambricos, s.f.)

El espectro electromagnético está organizado de acuerdo con la frecuencia correspondiente a las ondas que lo integran de acuerdo con las longitudes de onda. Hacia un extremo del espectro se agrupan las ondas de frecuencia más bajas y longitudes de onda más largas como la correspondiente a frecuencia de sonido que pueden percibir el oído humano mientras que en el otro extremo se agrupan las ondas más cortas y de mayor frecuencia en Hertz como las pertenecientes a las radiaciones gamma. (Medios Inalambricos, s.f.)

En el espectro existen un conjunto de bandas de frecuencia que son utilizadas para el sector de las telecomunicaciones que se encuentran en el rango de frecuencias por debajo a los 3000Hz. En la figura 2.4. se ilustra los equipos que se utilizan en las telecomunicaciones como en internet, telefonía, televisión, radio fija, radio móvil, radiodifusión, radares, satélites de comunicaciones, redes telemáticas, entre otras. La asignación de bandas de frecuencia se realiza en servicios como defensa, seguridad, emergencias, transportistas, radioaficionados e investigaciones científicas.

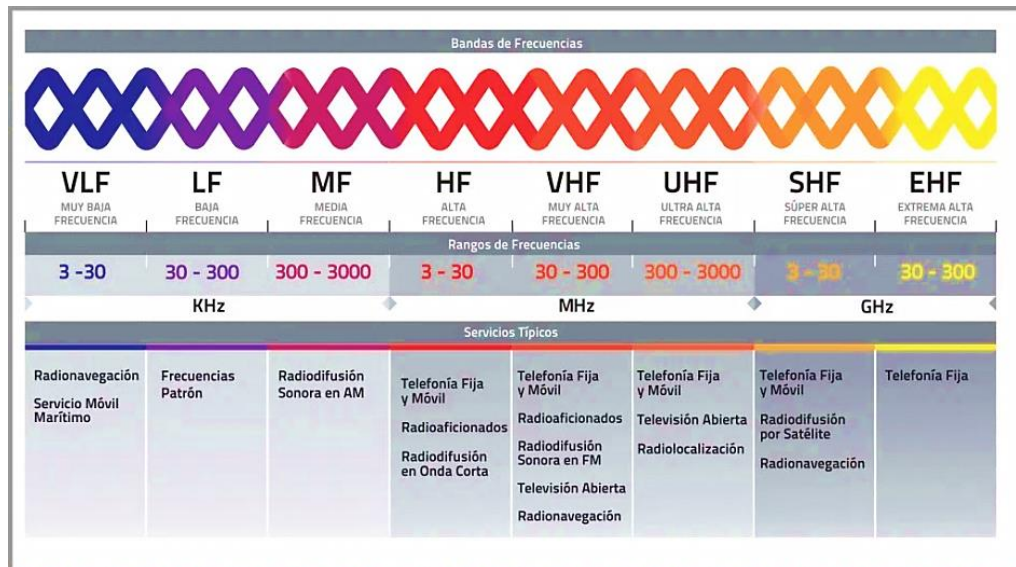


Figura 2. 5: Bandas de frecuencia.  
Fuente: (Medios Inalambricos, s.f.)

En la actualidad la mayor demanda de espectro radioeléctrico esta principalmente en los servicios inalámbricos de telefonía, televisión o internet 3g, 4g y la actual de 5g. Son muchos los usuarios que pueden usar a la vez el espectro radioeléctrico, por esta razón debe estar regulado por el gobierno de lo contrario existiría interferencias entre las diferentes señales o bandas de frecuencia. Las ondas de radio tienen características de propagación diferentes en función de la frecuencia ya que pueden despertarse al pasar por obstáculos como montañas y seguir la superficie de la tierra. (Medios Inalambricos, s.f.)

Las ondas con longitud de onda más cortas pueden tratarse en la ionosfera y alcanzar puntos más alejados en el horizonte y son llamadas ondas atmosféricas. Las ondas con longitudes de ondas mucho más cortas se detractan muy poco y viajan en línea recta. En la figura 2.6. de las bandas de frecuencia se puede apreciar que las ondas de radio que pueden viajar a largas distancias son muy útiles para transportar información y se emplean no solo para las transmisiones de radio convencional sino también en telefonía mediante células geográfica cuyo núcleo es un solo transmisor de radio llamado antena. Las ondas de radio en espectro radioeléctrico están comprendidas entre 3 Hz hasta 3000 GHz.

- Radiofrecuencia (RF): Ondas electromagnéticas que pueden ser transmitidas, la gama de frecuencias va desde las muy bajas (VLF) de 3 a 30 kHz; hasta las muy altas, entre 30 GHz. Y 300 GHz; las más conocidas son las bandas de radio y TV (LF, MF, HF, VHF y UHF).
- Audiofrecuencias (AF): Gama de frecuencias audibles por el oído humano, consideradas usualmente en el intervalo entre los 15 y los 20.000 Hz. Las ondas audibles son ondas de presión.
- Longitud de Onda ( $\lambda$ ): La longitud de onda es la distancia que recorre la onda en el espacio en un ciclo o período, es decir la velocidad de la onda dividida por la frecuencia.

### **2.11. Sistema de Generación.**

Es aquella que está pendiente de la producción de las energías hidroeléctricas, nucleares, fotovoltaicas, eólicas, térmicas, geotérmicas, mareomotriz, geotérmica, etc., con el objetivo de llevarla a las centrales para una producción de energía. En los sistemas de generación existen varias centrales generadoras que generan o producen estas energías a nivel mundial como las centrales térmicas (gas natural, petróleo, carbón), paneles fotovoltaicos (energía solar), aerogeneradores (energía eólica), central hidráulica (energía hidráulica), central térmica (bioetanol), central nuclear (energía fisión) energía eléctrica. (Colino Martínez & Caro, 2004)

### **2.12. El Sol.**

El sol aparentemente inalterable, es en realidad un reactor nuclear gigante en el cual esta embravecida por una bola nuclear de gas sobrecalentado de un tamaño tan grande que más de un millón de tierras cabría en su interior. Además, es el causante de que la vida sea posible en la tierra: Provoca el crecimiento de árboles y bosques proporcionando una corriente continua de energía día tras día que ha alimentado nuestro planeta desde hace 4500 millones de años.

La superficie del sol son gases muy calientes que dan vueltas con un movimiento de ebullición, siempre está en un Estado de cambio constante, que radia violentas tormentas solares y corrientes de radiación que llegan a la

tierra a toda velocidad. Esta superficie está repleta de manchas solares y su enorme campo magnético alcanza a todo el sistema solar.

Regularmente las tormentas solares expresan su furia, gigantescas nubes de plasma salen de la superficie del sol y chocan con la atmósfera exterior de la tierra llegando a afectar a satélites y redes eléctricas. Estas olas emanan desde lo profundo del sol, suben hasta la superficie y crean una marca oscura llamadas manchas solares.

Las tormentas solares son plasmas electrificados en donde millones de toneladas de gas sobrecalentado salen disparado hacia el espacio y sacuden la atmosfera terrestre creando espectaculares auroras. Están provocadas por líneas de fuerza magnética que rompen la superficie gaseosa del sol y se parten arrojando gases calientes y una intensa corriente de partículas cargadas llamadas vientos solares.

Las corrientes de gas sobrecalentado generan intensos campos magnéticos cuando el interior se agita y aparecen lazos enormes de fuerzas magnéticas que se funden, desaparecen y crean las manchas solares. Estos campos magnéticos llegan a la superficie se concentran en manchas solares y estallan.

En los planetas sólidos, como la tierra, cada parte giran de forma uniforme pero el sol es una bola de gas y no se aplican las mismas reglas. El Ecuador da la vuelta en 25 días, pero los polos tardan 35 días. El sol con los lazos magnéticos se estira y se deforman mientras giran y donde rompen la superficie aparecen las manchas solares (Estas manchas solares son enormes y brillan más que la luna).

El sol no solo genera calor, sino que también genera radiación con longitudes de onda en la parte invisible del espectro como la radiación ultravioleta. En realidad, no se puede ver los rayos ultravioletas o las microondas o los rayos x pero el sol los genera junto al calor y la luz visible. La capa de ozono nos protege de los peores efectos de los ultravioleta pero también juega otro papel atmosférico importante que es el gas invernadero (retiene el calor de abajo y actúa como una manta calentando nuestro clima) y está situada de 30 a 50 km por encima de la superficie de la tierra.

### **2.13. Sistema Fotovoltaico.**

El significado de la palabra fotovoltaica se separa por *photos*, el cual significa luz, y la palabra voltaica viene a la referencia de la electricidad. Los sistemas fotovoltaicos es una instalación eléctrica renovable en el cual convierten la energía solar (producida por la fuente inagotable del sol) en energía eléctrica, es decir, la generación de electricidad es gracias a la luz mediante los dispositivos llamados células solares. Estas instalaciones fotovoltaicas se diferencian por dos grupos, como instalaciones autónomas (Son aisladas de la red eléctrica donde la generación de energía es a partir de la conversión fotovoltaica para cubrir la demanda de los pequeños consumos eléctricos) e instalaciones conectadas a la red. (Bayod Rújula, 2009)

Dentro de la figura 2.6. están los sistemas fotovoltaicos conectados a la red eléctrica en donde son instalaciones en la cual intervienen tres elementos eléctricos: los módulos fotovoltaicos, el inversor y la línea eléctrica. La energía generada en estos sistemas sin necesidad de la disponibilidad de la fuente solar es llevada a un inversor DC/AC (convierte la corriente directa a corriente alterna) y lo trasladan a la red eléctrica.

Las instalaciones eléctricas con energía fotovoltaicos son de baja tensión (posteriormente se puede conectar a la alta tensión), disponen de distintos factores para determinar la selección y diseño del sistema. Una de las condiciones técnica es el lugar del emplazamiento para poder calcular la longitud, latitud, altura y climatología, otra de la condición técnica son los módulos fotovoltaicos en donde se obtiene la orientación e indicación de los módulos en sistemas fijos, o el tipo de seguimiento y la última condición técnica es el análisis de sombras (determinan la cantidad de energía que puede ser generada por el sistema e inyectada a la red eléctrica). Los principales parámetros para una instalación determinada se clasifican por el emplazamiento, la potencia del campo de paneles, la potencia y características del inversor o inversores, los niveles de tensión y corriente elegidos, protecciones y cableado y las características de la red eléctrica.



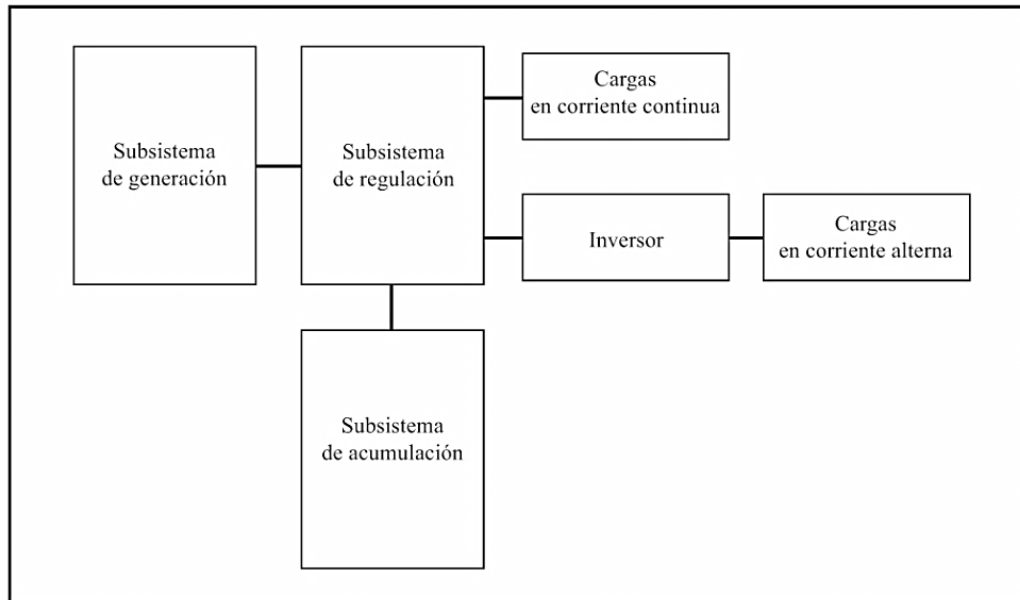


Figura 2. 7: Esquema general de las instalaciones fotovoltaicas autónomas.  
Fuente: (Bayod Rújula, 2009)

La electrificación fotovoltaica de viviendas y edificios también conocidos como electrificación rural fotovoltaica incluye viviendas de uso permanente en emplazamientos aislados, viviendas de uso temporal, instalaciones en emplazamientos turísticos como parques o áreas naturales. En los sistemas de alumbrado fotovoltaicos son basados en la energía solar y evita la operación de derivadas conexiones a la red eléctrica como zanjas, canalización y derechos de paso. En los sistemas fotovoltaicos específicamente en las señalizaciones deben estar constituidas en una zona de crecimiento constante para las comunicaciones. Las electrificaciones de balizas pueden ser parte de la energía fotovoltaica. Estas balizas pueden ser señalizaciones marítimas, aéreas o de carretera. En cuanto a sistemas de comunicación se puede aprovechar de electrificaciones fotovoltaicos autónomas en donde se puede citar en reemisiones de radio y televisión o repetidores de telefonía, estaciones de toma de datos, alarmas, postes SOS, etc. (Bayod Rújula, 2009)

Todas estas instalaciones suelen encontrarse en lugares de difícil acceso hasta los cuales es complejo y, muchas veces, antieconómico acerca una línea eléctrica.

## 2.14. Módulo Fotovoltaico.

La base para el efecto fotovoltaico se debe entender que una célula FV mediante un cierto proceso puede convertir la luz solar en electricidad. Únicamente los fotones absorbidos generan electricidad. La energía del fotón se transfiere a un electrón de un átomo de la célula obtenida del sol. Con esta nueva energía, el electrón es capaz de escapar de su posición en el átomo para formar parte de una corriente en un circuito eléctrico. Para producir una corriente eléctrica útil se extrae los electrones liberados fuera del material introduciendo en el material semiconductor elementos químicos que produzcan exceso de electrones y de huecos. (Tobajas Vasquez, 2014)

- Boro + silicio= semiconductor tipo P
- Fósforo + silicio = semiconductor tipo N

Una célula fotovoltaica es una unidad formada por materiales semiconductores capaces de producir, mediante una unión P-N, una barrera de potencial que haga posible el efecto fotovoltaico. El tamaño varía según el proceso de fabricación (Pocos  $\text{cm}^2$  –  $100 \text{ cm}^2$ ) y tiene diferentes formas como circular, cuadrada o rectangular como se demostrará en la figura 2.8. (Tobajas Vasquez, 2014)

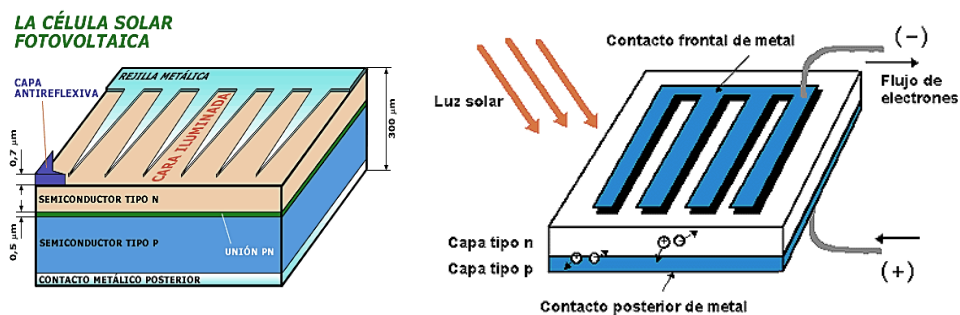


Figura 2. 8: Diseño de la célula fotovoltaica.

Fuente: (Tobajas Vasquez, 2014)

Un módulo fotovoltaico está conformado por células solares entre 31 y 36 celdas, conectadas unas con otras eléctricamente, encapsuladas y montadas sobre una estructura dependiendo del material de fabricación. Su objetivo es convertir la energía de la radiación del sol en energía eléctrica por estas células fotovoltaicas. La energía eléctrica se puede obtener entre dos o más módulos, conectados para formar un generador que ofrezca corriente de forma continua (DC), entregando un determinado voltaje (normalmente 12 o



24 V). Pueden ser conectados en serie y/o paralelo para producir cualquier combinación de corriente y tensión (la corriente producida depende del nivel de insolación). (Tobajas Vasquez, 2014)

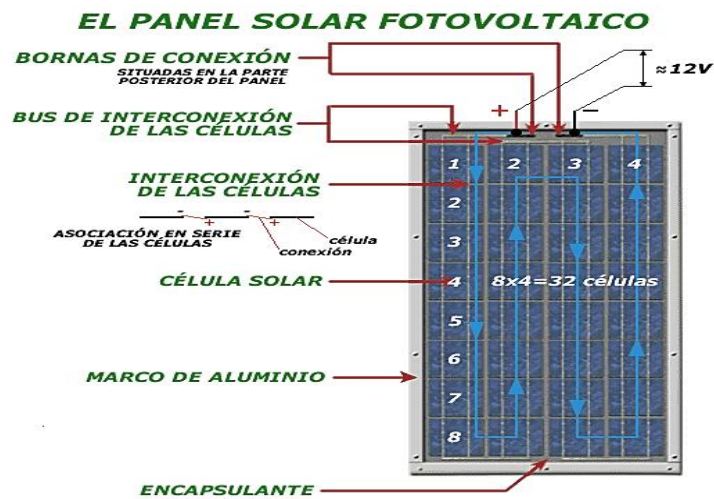


Figura 2. 9: Diseño del panel solar fotovoltaico.  
Fuente: (Tobajas Vasquez, 2014)




Los módulos fotovoltaicos tienen diferentes materiales para su funcionamiento las cuales se pueden caracterizar por:

- Silicio puro Monocristalino: Basados en secciones de una barra de silicio perfectamente cristalizado en una sola pieza. En los últimos avances se ha alcanzado un rendimiento del 24,7% máximo de este módulo llegando a ser lo más comercializado de hasta el 16%.
- Silicio puro Policristalino: Se basan en secciones de una barra de silicio que se ha estructurado desordenadamente en forma de pequeños cristales. Su superficie tiene un aspecto granuloso. Se obtiene un rendimiento inferior (en laboratorio del 19.8% y en los módulos comerciales del 14%) siendo su precio también más bajo

Mediante el empleo del silicio con otra estructura se consiguen paneles más finos y versátiles que permiten incluso su adaptación a superficies irregulares. Son los denominados paneles de lámina delgada.

- Silicio amorfo (TFS): El silicio no sigue estructura cristalina alguna. Este material es también empleado en los dispositivos electrónicos y en pequeños paneles portátiles. Su rendimiento máximo alcanzado en laboratorio ha sido del 13%, en módulos comerciales del 8%.

Tabla 2. 1: Diferencia entre cada fabricación entre los paneles solares.

Células		Rendimiento Laboratorio	Rendimiento Directo	Características	Fabricación
	Monocrystalino	24%	15-18%	Es típico azules homogéneos y la conexión de las células individuales entre sí	Se obtiene de silicio puro fundido y dopado con boro.
	Policristalino	19-20%	12-14%	La superficie está estructurada en cristales y contiene distintos tonos azules.	Igual que el del monocrystalino, pero se disminuye el número de fases de cristalización.
	Amorfo	16%	<10%	Tiene un color homogéneo (marrón), pero no existe conexión visible entre las células.	Tiene la ventaja de depositarse en forma de lámina delgada y sobre un sustrato como vidrio o plástico.

#### 2.14.1. Tipo de Paneles según su Forma.

- Panel de forma cuadrada o rectangular: Van en áreas desde 0,1 m<sup>2</sup> a 1 m<sup>2</sup>. El grosor total sin incluir el marco protector no supera los 3 cm. Un panel de 0,5m<sup>2</sup> puede pesar de 6 a 7 kg, aunque rígidos en apariencia son capaces de sufrir ligeras deformaciones para adaptarse a los esfuerzos mecánicos a que pueden verse sometidos
- Planos con sistema de concentración: Basados en una serie de superficies reflectantes, como son los espejos, metales, plásticos, que concentra la luz solar sobre las células, permitiendo que las células de un tamaño reducido obtengan el mismo rendimiento sin ser afectados negativamente.
- Planos con sistema de concentración: Este tipo de paneles únicamente utilizan la energía directa por lo que el sistema debe contar además con un sistema de seguimiento solar en dos ejes, que mediante una configuración adecuada, el soporte se desplaza para que los módulos fotovoltaicos siempre encuentren los rayos del sol perpendicularmente

#### 2.14.2. Ubicación de los Módulos.

Los paneles solares deben estar ubicados en la parte superior de cualquier estructura para obtener mejor rendimiento y evitar lugares donde se produzcan sombras a las horas pico de luminosidad, también dependerá del ángulo de inclinación ya que los rayos solares están perpendiculares a la superficie del módulo. En la figura 2.10. se demuestra el caso de la colocación de los paneles solares y de sus elementos debidamente para su funcionamiento y dar a entender con mayor claridad. El ángulo óptimo debe ser la latitud del lugar + 10 DEG, pero en las estaciones la altura de sol respecto a la horizontal cambia y esta altura depende de la latitud ( $0,9 * \text{Latitud}$ ).

- Si la conexión es en cadena (en serie) todos los paneles deben de tener la misma inclinación y orientación.
- Enfrentar el panel hacia el Norte, si hay obstáculos buscar la media entre la salida y la puesta de sol.

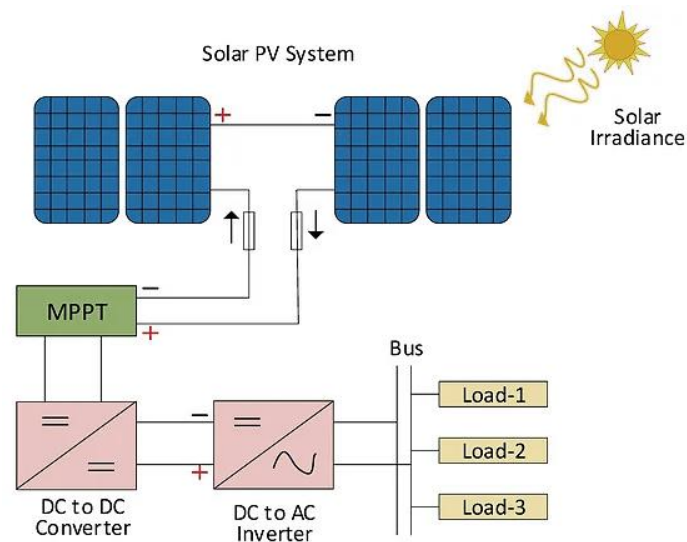


Figura 2. 10: Principio de funcionamiento de la energía solar fotovoltaica.

Fuente: (Tobajas Vasquez, 2014)

### 2.14.3. Radiación Solar.

La luz está formada por un conjunto de radiaciones electromagnéticas de alta frecuencia espectro luminoso. En la figura 2.11. se puede apreciar las alternaciones que sufre la luz cuando a traviesa la atmósfera las cuales son: La absorción, reflexión y dispersión. La fuente luminosa usada para medir la potencia de un panel FV tiene un espectro luminoso correspondiente a 1,5

(estándar).  $\text{Aprx. } 1\text{kW}/\text{m}^2 = 1\text{Sol} = 100\text{ mW}/\text{cm}^2$

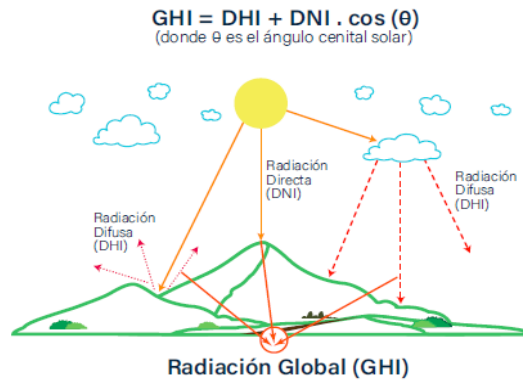


Figura 2. 11: Concepto de la radiación Solar.  
Fuente: (El potencial de la radiación solar, 2000)

#### 2.14.4. Insolación.

Es la cantidad total de radiación solar (d y r) que se recibe en un punto determinado del planeta, sobre una superficie de 1 m<sup>2</sup>, para una determinada inclinación en donde el ángulo sea entre la superficie colectora y el lugar (horizontalmente).

Unidades de medida:

- $kWh/m^2 - mWh/cm^2$
- $Cal/m^2$
- $1kWh/m^2 = 860 Cal/m^2$

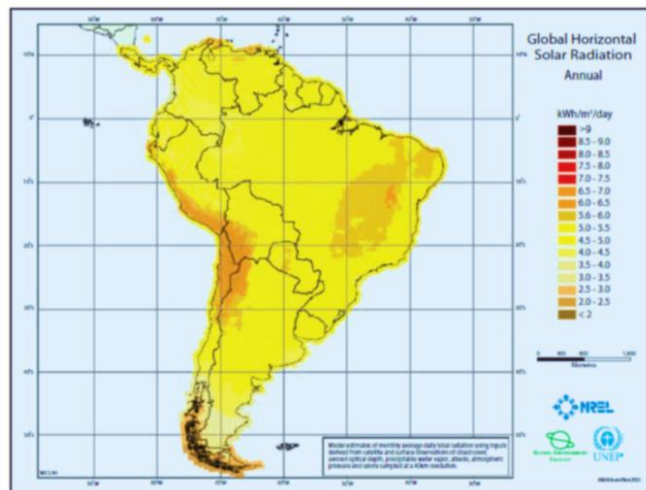


Figura 2. 12: Insolación Global Horizontal en Sudamérica.  
Fuente: (El potencial de la radiación solar, 2000)

#### 2.14.5. Día Solar Promedio.

Es un valor del número de horas del total de horas de luz durante el cual el sol irradia una potencia igual a 1 SOL y por lo tanto el panel puede generar la máxima potencia especificada por el fabricante.

$$DÌA SOLAR = \frac{5 \text{ kWh}/m^2}{1 \text{ kW}/m^2}$$

#### 2.14.6. Interconexión de Módulos.

Para que los módulos fotovoltaicos obtengan el voltaje y el amperaje adecuado a la instalación del sistema, se deben conformar con diferentes conexiones entre sí. Estas conexiones llegan con un propósito a las instalaciones las cuales se pueden ser en módulo de serie, modulo en paralelo o una conexión mixta.

Módulos en serie: Cuando se conectan los paneles en serie se incrementa el voltaje del sistema. El voltaje total es la suma de todos los voltajes de cada módulo:  $v_{total} = v_1 + v_2 + v_3 + \dots + v_n$ .

La tensión máxima del sistema se indica en la etiqueta de características del módulo, por consiguiente, se podrán conectar módulos en serie hasta alcanzar dicha tensión.

Módulos en paralelo: Se conectan los paneles en paralelo para incrementar la corriente del sistema. La corriente total es la suma de todas las corrientes de cada módulo:  $i_{total} = i_1 + i_2 + i_3 + \dots + i_n$ .

#### 2.14.7. Rendimientos de los Tipos de Células Fotovoltaica.

Tabla 2. 2: Materiales utilizados en los módulos fotovoltaicos.

Tipo de material	Rendimientos		
	Máximo teórico	Alcanzados en laboratorio	En módulos convencionales
Silicio Monocristalino	27.0%	24.7%	16%
Silicio Policristalino	27.0%	19.8%	14%
Arseniuro de Galio	29.0%	25.7%	20%
Silicio Amorfo	25.0%	13.0%	8%
Teluro de Cadmio	28.5%	16.0%	8%
Película de Silicio	27.0%	16.4%	11%

#### 2.15. Inversores.

Un inversor es uno de los dispositivos necesarios en los sistemas fotovoltaicos ya que transforman la corriente continua (DC) recogida de las placas solares a una corriente alterna (AC) a un voltaje y frecuencia determinados. En la figura 2.13. se puede observar un inversor del mercado de 500W donde ingresa 24 Vdc y alimenta 230 Vac hacia los equipos que se necesiten energía AC. (Componentes de una instalación solar fotovoltaica).



Figura 2. 13: Inversor fotovoltaico de energía solar.  
Fuente: (Areatecnologica, 2017)

### 2.15.1. Tipos de Inversores.

- Inversores de onda cuadrada: Funcionan pasando la CC a través de un transformador, en dos direcciones. La dirección del flujo de corriente a través de la cara primaria del transformador se cambia muy bruscamente, de manera que la forma de onda del secundario es "cuadrada", representada en la figura mediante color morado. En la figura 2.14. se encuentra un ejemplo de los inversores de onda cuadrada y en donde uno de sus beneficios es que son más baratos, pero menos eficientes.
- Inversores de onda senoidal modificada: Son más sofisticados y caros, y utilizan modulación de ancho de impulso.
- Inversores de onda senoidal: Con una electrónica más elaborada se puede conseguir una onda senoidal pura.

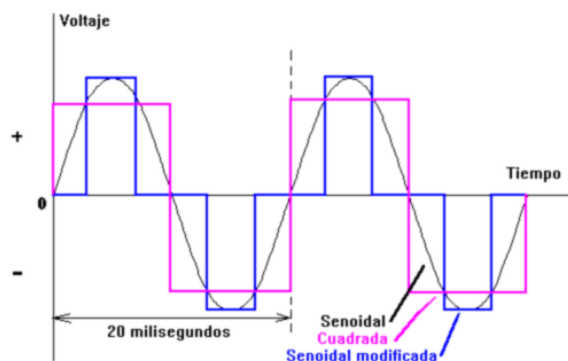


Figura 2. 14: Tipos de ondas del Inversor fotovoltaico.  
Fuente: (Areatecnologica, 2017)

### 2.15.2. Características de los Inversores.

- Tensión nominal de salida: La variación no debe ser mayor a 5%.
- Tensión nominal de entrada: No será constante y debe ser capaz de transformar tensiones continuas en un rango de operación de 15%, soportar sobrecargas en un 160% durante un minuto.
- Potencia nominal: Debe tener una distorsión de armónicos de 3% en todo el rango de potencias de salida con factores de potencia entre 0.8 y 0.9.
- Eficiencia: Es la relación entre la potencia que entrega a la utilización y la potencia que el inversor extrae de los paneles o del banco de baterías. Debe incorporar un automatismo de desconexión por falta de carga y estar protegido contra: cortocircuitos, sobrecarga e inversión de polaridad en alimentación.

Tabla 2. 3: Carga potencial nominal de los inversores con su eficiencia.

Carga en % de la potencia nominal	Eficiencia
10	60
20	70
30	75
40	80
>40	85

### 2.16. Acumulador de Energía.

Estos dispositivos son capaces de mantener una diferencia de potencial entre 2 puntos de un circuito eléctrico mientras la corriente fluye. Estos acumuladores de energía como muestra en figura 2.15. son sistemas electroquímicos por lo que sus reacciones químicas ocurren internamente haciendo que sus celdas cargadas puedan liberar energía por los materiales activos que participan ya que tienen una gran cantidad de energía. (Mírez Tarrillo, 2012)

Las celdas tienen 3 partes importantes las cuales son: el electrodo negativo, electrodo positivo y el electrolito y haciendo que el acumulador obtenga un proceso de carga y de descarga. (Mírez Tarrillo, 2012)

- PROCESO DE CARGA: Durante la carga, la energía eléctrica (procedente del cargador) se convierte en energía química. En el polo positivo cuando está cargado se encuentra en la forma de dióxido de plomo ( $PbO_2$ ), mientras que en el polo negativo toma la forma de pasta de plomo ( $Pb$ ). Como electrolito se usa una disolución de ácido sulfúrico y agua ( $H_2SO_4 + H_2O$ )
- PROCESO DE DESCARGA: En el proceso de descarga, la materia activa reacciona con el ácido sulfúrico dilucido con agua, es decir, el dióxido de plomo del polo positivo junto con el plomo esponjoso del polo negativo se convierte en sulfato de plomo.



Figura 2. 15: Acumulador dentro del diseño de la energía solar.  
Fuente: (Istock, 2019)

La cantidad de energía almacenada por la celda depende de la cantidad de reactantes químicos.

- La habilidad de la celda de mantener la energía es la capacidad ( $C$ ).
- La capacidad de la celda es especificada eléctricamente en unidades de *amperios hora (A/H)*.
- La velocidad a la cual la celda puede liberar o almacenar energía depende de cómo el material puede reaccionar simultáneamente a los electrodos.

#### **2.16.1. Ubicación de las Baterías.**

Se deben colocar en un lugar protegido de la intemperie por: (Mírez Tarrillo, 2012)

- Rendimiento dependiente de la temperatura
- Acción degradante de agentes atmosféricos



La ubicación debe cumplir con lo siguiente: (Mírez Tarrillo, 2012)

- Cerca de los paneles
- Lugar seco y ventilado
- Local aislado térmicamente
- Facilidad de acceso para montaje y mantenimiento

### 2.16.2. Conexión y Montaje de Baterías.

En la figura 2.16. se encuentra el montaje de las baterías en serie y en paralelo con su respectiva conexión en donde se muestra la diferencia entre ambas conexiones.

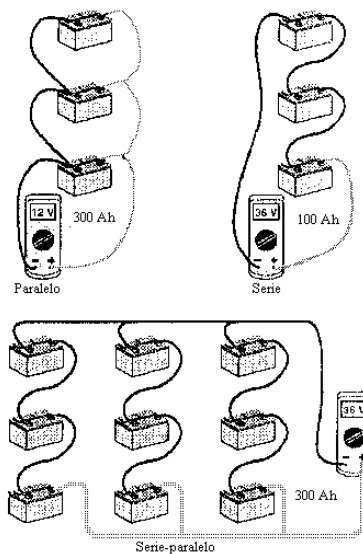


Figura 2. 16: Conexión serie y paralelo de baterías de baterías.

Fuente: (Mírez Tarrillo, 2012)

- La conexión serie multiplica el voltaje por el No. de elementos y mantiene la capacidad total del conjunto = 1 elemento. (Mírez Tarrillo, 2012)
- La conexión paralela, el voltaje del conjunto = 1 elemento y la capacidad se multiplica por el No. de elementos. (Mírez Tarrillo, 2012)
- Conexión serie-paralelo, se puede lograr voltaje y capacidad deseados. Con la condición de que la capacidad y voltaje obtenidos sean múltiplos de lo correspondiente a 1 elemento. (Mírez Tarrillo, 2012)

### 2.17. Reguladores.

Los reguladores son encargados de regular la corriente de la carga que absorbe la batería, detectándola y midiéndola constantemente con respecto

al voltaje. En la figura 2.17. muestra que cuando está cargada la batería, el regulador suministra la corriente de flotación para mantener a plena carga. Los 4 parámetros de regulación que debe aceptar un regulador son: (Prosumidores, 2012)

- Voltaje máximo de regulación
- Voltaje de desconexión
- Intervalo de histéresis superior
- Intervalo de histéresis inferior

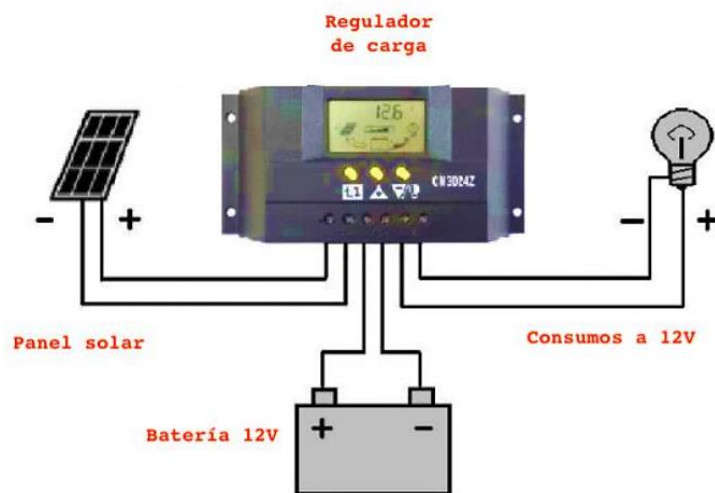


Figura 2. 17: Esquema del funcionamiento de los Reguladores.  
Fuente: (Prosumidores, 2012)

### 2.17.1. Tipos de Reguladores.

**Serie:** Interrumpen el circuito cuando el voltaje alcanza un valor. Un relé de alta fiabilidad, comandado por un dispositivo electrónico de control, abre o cierra el circuito según el voltaje detectado. (Academia Desarrollo , 2018)

**Paralelo (shunt):** cuando detecta un voltaje alto, deriva la corriente a través de un dispositivo de baja resistencia, convirtiendo la energía en calor.

Un relé de alta fiabilidad, comandado por un dispositivo electrónico de control, abre o cierra el circuito según el voltaje detectado. (Academia Desarrollo , 2018)



Figura 2. 18: Tipos de reguladores.  
Fuente: (Prosumidores, 2012)

## 2.18. Sistema de Alimentación Interrumpida.

Un sistema de alimentación interrumpida (UPS) es un dispositivo que cuenta internamente con unas baterías o elementos que hacen la misma función. Cuando la energía eléctrica proporcionada por la compañía suministradora falla, el sistema de alimentación interrumpida (UPS) emite un sonido característico con el cual nos percatamos de que se ha perdido de la alimentación eléctrica, sin embargo, a pesar de que se interrumpa la energía que llega al sistema de alimentación interrumpida (UPS), esta mantiene el suministro de energía eléctrica con la ayuda de sus baterías hacia los equipos que tienen instalado en sus contactos durante un tiempo limitado. (Omperez, 2013)

Mientras se mantienen encendido los equipos protegidos por un sistema de alimentación interrumpida (UPS), puedes tranquilamente respaldar tu información, apagar directamente los equipos en forma correcta y ordenada y con ello evitar las pérdidas de información o daño a tus dispositivos. El tiempo que se obtendrás disponible de la energía eléctrica para tus equipos protegidos con el sistema de alimentación interrumpida (UPS) va a depender de la potencia de los equipos conectados y de la potencia de tu UPS. (Omperez, 2013)

Al momento de tener menos equipos o menos potencia conectada al sistema de alimentación interrumpida (UPS) obtendrás más tiempo de respaldo, es decir, nos conviene adquirir una UPS como se muestra en la figura 2.19., solamente para equipos más importantes en una compañía y así poder hacer

una inversión con el mejor costo-beneficio. Un sistema de alimentación interrumpida (UPS) con mayor potencia o capacidad de la que necesitas tendrás más tiempo de respaldo, pero también será mucho más costosa. La unidad de potencia para seleccionar una UPS es el volt Amper ( $VA = Volt * Amp = watts$ ). (Omperez, 2013)

La función principal del sistema de alimentación interrumpida (UPS) es suministrar energía eléctrica cuando falla el suministro eléctrico, sin embargo, puede cumplir muchas más funciones eléctricas como corregir sobretensiones, corregir caídas de tensiones prolongadas, limitar picos de voltaje, reducir el ruido eléctrico (ruido electromagnético), corregir la inestabilidad de la frecuencia y limitar la distorsión armónica. Un sistema de alimentación interrumpida (UPS) puede llegar a fallar sobre todo porque las baterías tienen un tiempo de vida útil, después de varios ciclos de carga y descarga, las baterías van perdiendo capacidad para almacenar energía.

Los componentes principales de un sistema de alimentación interrumpida (UPS) es el rectificador (su función es rectificar la corriente alterna para obtener corriente continua necesaria para poder cargar las baterías), las baterías (su función es suministrar energía a los equipos conectados al sistema de alimentación interrumpida (UPS) mientras dura la pérdida de alimentación eléctrica o se descarga la capacidad de carga de las baterías), el inversor (su función es recibir la energía de corriente directa proveniente de las baterías y convertirla nuevamente a corriente alterna para los equipos que se conectan a la UPS) y el conmutador (su función es realizar el cambio de alimentación, en lugar de alimentar la salida de las UPS con la energía de la compañía suministradora hace alimentar la salida de la UPS con la salida del inversor o viceversa). (Omperez, 2013)

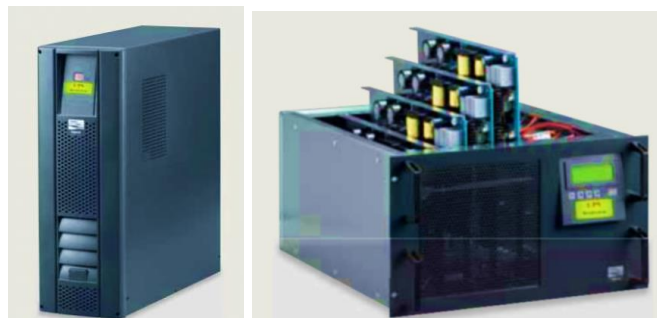


Figura 2. 19: Sistema de alimentación interrumpida interna.  
Fuente: (Guia Tècnica, 2013)

## 2.19. Transformadores.

Como se muestra en la figura 2.20. Un transformador está compuesto por dos o más bobinas de diferentes características compuestas por componentes que son capaces de generar un campo magnético cuando pasa una corriente por ellos y también inducir una corriente cuando son afectados por un campo magnético en variación. Un transformador se compone simplemente de un bobinado primario que al recibir una corriente alterna induce a un campo magnético que varía continuamente y un bobinado secundario que al interactuar con el campo magnético de la bobina primaria induce a una corriente alterna de salida, el principal resultado de la configuración es que podemos reducir o aumentar el voltaje de salida dependiendo de cómo están construidas las dos bobinas, además de permitirnos reducir considerablemente las pérdidas de energía cuando transmitimos la electricidad a largas distancias. ( Nieves Gonzu, 2020)

Los transformadores funcionan con corriente alterna ya que debido a la ley de Faraday nos indica que para que se induzca una corriente en un conductor, el campo magnético debe estar variando en el tiempo ya sea aumentando o disminuyendo por lo cual, si se utiliza corriente continua el bobinado primario va a generar un campo magnético que eventualmente va a dejar de crecer y ser constante en el tiempo y como consecuencia el bobinado secundario solo va a inducir una corriente al principio pero una vez que el campo magnético sea constante simplemente dejara de inducir el corriente. ( Nieves Gonzu, 2020)

Una de las características principales, dependiendo de la aplicación en la que utilicemos el transformador es la relación de transformación entre el bobinado primario y el secundario, es decir, que tanto más grande o pequeño es el voltaje de salida respecto al voltaje de entrada. Esta relación depende principalmente de la diferencia entre la cantidad de vueltas de las dos bobinas. (Rodríguez Pozueta, 2018)

$$V_{SALIDA} = \frac{\text{Vueltas bobinado Secundario}}{\text{Vueltas bobinado Primario}} * V_{ENTRADA}$$

Si tenemos menos vueltas en la bobina secundaria que en la bobina primaria, el voltaje de salida será menor. Si la cantidad de vueltas es igual, el voltaje será igual. Y si la cantidad de vueltas es mayor, el voltaje será mayor. También

se puede analizar de manera inversa ya que si sabemos el voltaje de entrada y el voltaje de salida podemos estimar la relación entre la cantidad de vueltas. (Rodríguez Pozueta, 2018)

$$\frac{\text{Voltaje Salida}}{\text{Voltaje Entrada}} = \frac{\text{Vueltas bobinado Secundario}}{\text{Vueltas bobinado Primario}}$$

Y además del voltaje también podemos obtener la corriente de salida pero esta variará pero de manera inversa. (Rodríguez Pozueta, 2018)

$$\frac{\text{Corriente Entrada}}{\text{Corriente Salida}} = \frac{\text{Vueltas bobinado Secundario}}{\text{Vueltas bobinado Primario}}$$

Gracias a la ley de conservación de energía se puede interpretar que si se aumenta el voltaje en algún lugar tenemos que estar perdiendo corriente y específicamente esta conservación se da cuando calculamos la potencia nominal de cada bobina. (Rodríguez Pozueta, 2018)

$$\text{Potencia nominal Entrada} = \text{Voltaje Entrada} * \text{Corriente Entrada}$$

$$\text{Potencia nominal Salida} = \text{Voltaje Salida} * \text{Corriente Salida}$$

La potencia nominal se mide en watts y es igual al voltaje por la corriente, por lo tanto, la única forma de que la potencia se mantenga constante y se aumenta el voltaje al mismo tiempo, es reduciendo la corriente lo cual además afecta directamente al diámetro de los cables utilizados en cada bobina. Los transformadores ideales sufren pérdidas ya que la potencia de entrada es mayor a la potencia de salida por lo cual existen pérdidas en la transferencia del flujo magnético, caídas de voltaje en los conductores que componen la bobina, pérdidas por calor y entre otras. Por lo cual para solucionarlo se utiliza un núcleo en los transformadores siendo el material que lo componen, el factor que determine el efecto que se producirá esto ocurre por el estudio de la permeabilidad magnética que nos indica la capacidad de cada material para afectar y ser afectado por un campo magnético. (Rodríguez Pozueta, 2018)



Figura 2. 20: Transformador eléctrico de potencia.  
Fuente: (Rodríguez Pozueta, 2018)

### **2.19.1. Transformador de Aislamiento.**

Los transformadores de aislamiento son utilizados para transferir la energía eléctrica desde una fuente de corriente alterna a un equipo o dispositivo mientras se aísla el dispositivo alimentado de la fuente de energía generalmente por la zona de seguridad. Estas proporcionan aislamiento galvánico, no existe ningún conductor entre la fuente y la carga, estos aislamientos se utilizan para proteger contra descargar eléctricas, para suprimir el ruido eléctrico de los dispositivos sensibles o para transferir energía entre dos circuitos que no deben estar conectados. ( Nieves Gonzu, 2020)

Estos transformadores se construyen con un aislamiento especial entre el primario y el secundario y está especificado para soportar un alto voltaje entre los devanados. Estas también bloquean la transmisión de la componente continua de las señales de un circuito a otro, pero permiten que pasen los componentes de la corriente alterna de las señales. Los transformadores que tiene relación (1 a 1) entre los devanados primarios y secundarios se utilizan a menudo para proteger circuitos secundarios y personas de descargas eléctricas entre los conductores energizados y la tierra. Un transformador de aislamiento está pensado para proteger cualquier tipo de contacto indirecto o directo en los componentes que protegen. Estos son utilizados en equipos médicos, maquinas con altas velocidades o en talleres de reparación de equipos de alta tensión. (Rodríguez Pozueta, 2018)

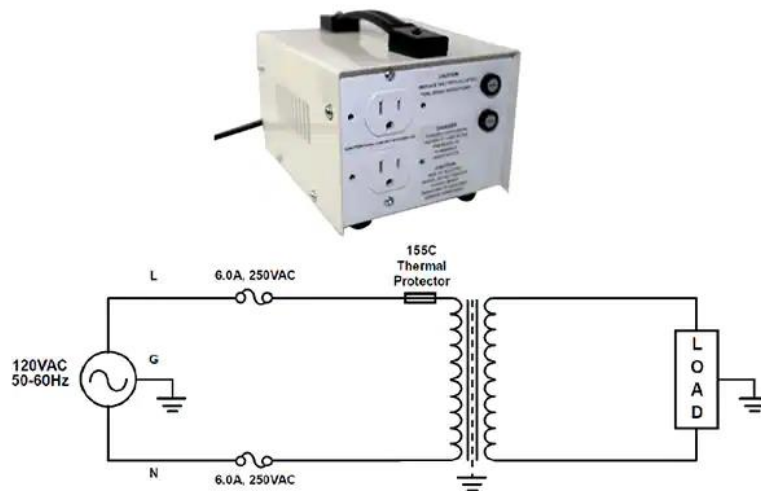


Figura 2. 21: Diseño interno de los transformadores de aislamiento.  
Fuente: (Rodríguez Pozueta, 2018)

## 2.20. Grupo Electrónico.

El grupo electrógeno es una maquina compuesta por un motor de combustión interna y un generador eléctrico, además de contar con diversos equipos y dispositivos que permiten transformar la energía química de entrada que utiliza el motor para generar energía eléctrica útil de salida en el generador. Para su funcionamiento, se introduce un combustible en el motor de combustión interna en el cual transforma esa energía química en energía mecánica, dicha energía mecánica se transmite por medio de un eje de transmisión de potencia hasta el generador, en el cual usa esa energía mecánica para producir energía eléctrica útil limitada para suministrar energía en un determinado lugar. (Rojas, 2018)

El grupo electrógeno es un equipo que por lo general se lo utiliza en empresas en donde no puede faltar suministros eléctricos constante, es decir, no puede someterse a cortes eléctricos causados por fallas externas. (Rojas, 2018)

El motor de la figura 2.22. es una máquina que se divide en eléctrica y térmica. Como maquina eléctrica puede convertir la energía eléctrica en energía mecánica para ello se suministra energía eléctrica a los conductores y al devanado del campo magnético del motor para producir una fuerza magnética entre ellos y de esta manera producir energía mecánica, existen motores de corriente continua y de corriente alterna. Sin embargo, el motor como maquina térmica puede transformar la energía química del combustible en energía mecánica mediante un ciclo térmico de trabajo (mediante los pistones).



El generador de la figura 2.22. es una maquina eléctrica que transforma la energía mecánica de una fuerza externa en energía eléctrica, el principio de funcionamiento es que el movimiento mecánico haga rotar horizontalmente una espira conductora en el interior de un campo magnético estacionario o que el campo magnético rote alrededor de una espira conductora estacionaria. Cuando esta espira corta las líneas de flujo magnético se genera una fuerza electromotriz. (Rojas, 2018)

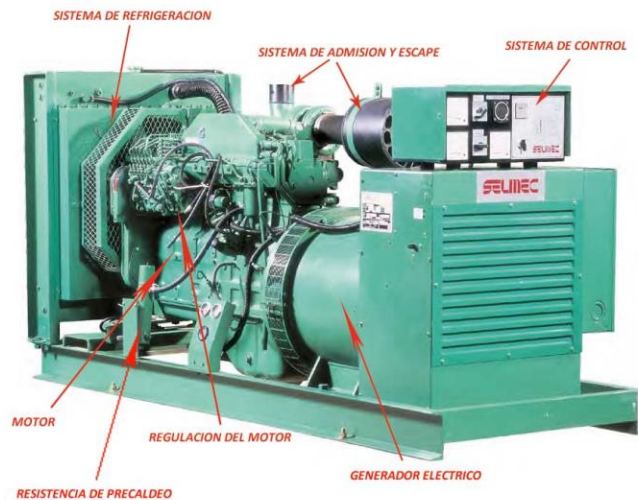


Figura 2. 22: Partes del grupo electrógeno.  
Fuente: (Rojas, 2018)

## 2.21. Panel de Transferencia.

Es aquella que direcciona la energía externa o interna de un generador hacia la planta, pero de manera automática cuando uno de ellos falle, es decir, por lo general la alimentación se recibe desde la red de energía externa, pero si esta llega a fallar, es ahí donde el tablero realiza el cambio de manera automática a una fuente interna ya sea un grupo electrógeno o cualquier energía que pueda abastecer la planta hasta que regrese la energía externa. Cuando existe un corte de energía ya sea programado o por algún inconveniente el tablero va a detectar que no hay energía externa y va a activar la energía interna para que pueda alimentar la carga.

## 2.22. Instalaciones Eléctricas.

### 2.21.1. Conductores.

Son aquellos que están conformados por poca resistencia de la electricidad, gracias a este principio pueden transmitir el paso de la electricidad muy

fácilmente entre varios cables ya sean de cobre que son los más usados. La energía eléctrica se sabe que circula por conductores muy fácilmente, pero esta misma definición puede también impedirlo, ya que son flexibles y resistentes. (Brihuega, 2014)

Los mejores materiales eléctricos utilizados para su conductividad, reduciendo las pérdidas, son los siguientes (respetando su importancia):

- Cobre: Es el metal que tiene mayor conductividad y el más utilizado por su mayor facilidad para el estañado, plateado o cadminizado y soldado. Tiene buena resistencia mecánica, aumenta cuando usa una combinación con otros metales y no se oxida fácilmente.
- Aluminio: Estos son muy usados para exteriores en líneas de transmisión y distribución y para servicios en subestaciones. Son resistentes a la corrosión atmosférica, son muy ligeros ya que tiene la mitad del peso del cobre y reduce efecto corona para la misma capacidad de corriente.
- Aleaciones de cobre
- Hierro
- Acero

En la figura 2.23. se muestran conductores que tienen resistencia mecánica (capacidad del material para resistir fuerzas aplicadas sin llegar a romperse) la cual resisten toda deformidad entregada por cualquier esfuerzo exterior dependiendo del material en el cual sea aplicado. (Brihuega, 2014)



Figura 2. 23: Diseño de cables modelo MC4 10AW G PV W, 600V, 100´

Fuente: (Brihuega, 2014)

### **2.21.2. Sistema de Puesta a Tierra.**

La conexión a tierra es aquella que conserva una baja resistencia para que la corriente eléctrica tenga una vía de escape si el circuito presenta un inconveniente, a sean equipos electrónicos e eléctricos. (Mazur, 2014)

Como se muestra en la figura 2.24. para que una conexión a tierra presente su 100% de capacidad y funcionamiento, no es simplemente una buena instalación, sino debe diseñarse para un servicio largo de vida esperado por el sistema eléctrico u electrónico, así evitando fallas de altas corriente y cualquier fallo del sistema. Esto se lo lleva a cabo por si en algún momento se quiera trabajar con los equipos eléctricos y haiga una caída de voltaje en donde la puesta a tierra no funcione correctamente por su mal diseño o mala instalación, entonces los equipo en general se dañarán y se tendrán que cambiar por uno nuevo. (Mazur, 2014)



Figura 2. 24: Puesta a tierra del pozo.  
Fuente: (Mazur, 2014)

El circuito a tierra se compone de tres elementos importantes que se requieren instalar los cuales son:

- Primero un conductor a tierra que corre junto con los conductores alimentadores de corriente eléctrica hasta el tablero y baja a la puesta a tierra.
- Segundo una toma de corriente de tres entradas en donde dos de ellas son iguales para los conductores eléctricos y uno separado para el conductor a tierra.
- Tercero una puesta a tierra instalada en el suelo en un área libre próxima a la cual se conecta el conductor a tierra.

La instalación de una puesta a tierra se lo logra primero localizando un espacio libre para hacer la excavación de un pozo, el cual deberá estar próximo al tablero eléctrico local. El pozo debe lograr una profundidad de aproximado 2,5 metros con un diámetro aproximado de 1 metro, pero igualmente se cava una pequeña zanja de 10 centímetros de ancho por 30 centímetros de profundidad

llegando a conectar el pozo con la pared en donde se encuentre el tablero eléctrico. Terminada la excavación se procede a preparar una solución de 55kg de sal en un cilindro con 150 litros de agua, esta solución debe mezclarse bien con la ayuda de un listón de madera. Se coloca un tablón de madera alrededor del pozo para una mayor seguridad al momento de ingresar la mezcla al pozo. Una vez ingresada la mezcla se espera que esta sea absorbida en su totalidad, pero su tiempo dependerá del tipo de suelo en el cual se realizó el pozo. Una vez que el pozo ha terminado de absorber la solución, se hace una mezcla en seco de la tierra fina sacada del pozo con 100kg de bentonita ya que la bentonita tiene la propiedad de absorber y retener agua consiguiendo con ello aumentar el contacto eléctrico y un mayor drenaje de la corriente. Se le agregan 15kg de sal al pozo para fortalecer la resistencia del terreno y luego colocar la mezcla de la bentonita al pozo con la sal. El relleno debe alcanzar una altura de 1.20m y estar agregando agua cada cierto tiempo para que todo sea absorbido. Una vez que la mezcla llegue a esa altura, se le coloca otra solución de 25kg de sal y 150 L de agua y viendo que la mezcla se secó, se coloca 15kg de sal alrededor del pozo en modo de anillo para poder colocar la varilla de cobre en el centro y taparlo con la mezcla de bentonita y tierra llegando a enterrar casi completamente la varilla. Una vez finalizado se coloca el tubo a la zanja que conecta el pozo con el tablero eléctrico llegando a pasar el conductor de tierra hacia el medidor.

### **2.21.3. Medidor Eléctrico.**

Los medidores eléctricos son aparatos usados para la medida del consumo de energía cuya unidad es el kWh y el kVAR para medidores de potencia activa y reactiva respectivamente.

- La potencia se refiere a la cantidad de trabajo desarrollado en una unidad de tiempo y su unidad es el vatio W o kW.
- La energía hace referencia al total de potencia consumida a lo largo de un periodo determinado de tiempo y su unidad es el kWh.

La Medición se clasifica según la forma de llevarla a cabo la cual depende de los niveles de tensión y corriente que se desean medir, puesto que pueden llegar a ser valores muy altos que afectan y ponen en riesgo el equipo de

medida. La medición puede ser realizada en forma directa, semidirecta o indirecta.

- Medidores de inducción electromecánicos: Como se muestra en la figura 2.25. este medidor consta de una bobina amperimétrica o elemento motor de intensidad y una bobina de tensión con un ángulo de fase de 90 entre los dos elementos crean un campo magnético giratorio que índice sobre el elemento móvil del medidor.
- Medidores electrónicos: Son los cuales la corriente y la tensión actúan sobre elementos de Estado sólido para producir pulsos de salida y cuya frecuencia es proporcional a los Vatios-hora o Var-hora.
- Medidor bicuerpo: Es un dispositivo que consta por una parte de un equipo instalado en la parte externa del predio el cual realiza la función de un medidor convencional, es decir, realiza el registro de la energía consumida y por otro lado un segundo equipo que consiste en un display es ubicado en el predio del cliente.



Figura 2. 25: Practica eléctrica de un medidor eléctrico.  
Fuente: (Mazur, 2014)

## **CAPÍTULO 3: DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y RESULTADOS**

### **3.1. Tabla de descripción de los equipos en el sistema fotovoltaico.**

Tabla 3. 1: Estación VHF/DSC implementando sistemas fotovoltaicos.

Estación Costera Continental
------------------------------

Ítem	Estación	Localidad/Provincia	Equips	Sistemas de Energía
1	ESTACIÓN REMOTA VHF CERRO CHILLA	CHILLA-EL ORO	04 TRANSRECEPTORES VHF, ROUTER, SWITCHE, RADIOENLACE, MODEM.	SISTEMA FOTOVOLTAICO
2	ESTACIÓN REMOTA VHF CERRO SALINAS	SALINAS-SANTA ELENA	04 TRANSRECEPTORES VHF, ROUTER, SWITCHE, RADIOENLACE, MODEM.	SISTEMA FOTOVOLTAICO
3	ESTACIÓN REMOTA VHF CERRO BOLA DE ORO	PTO. LOPEZ-MANABÍ	04 TRANSRECEPTORES VHF, ROUTER, SWITCHE, RADIOENLACE, MODEM.	SISTEMA FOTOVOLTAICO
4	ESTACIÓN REMOTA VHF CERRO JABONCILLO	PORTOVIEJO-MANABÍ	04 TRANSRECEPTORES VHF, ROUTER, SWITCHE, RADIOENLACE, MODEM.	SISTEMA FOTOVOLTAICO
5	ESTACIÓN REMOTA VHF CERRO LOMA DE VIENTOS	BAHÍA DE CARAQUEZ-MNABÍ	04 TRANSRECEPTORES VHF, ROUTER, SWITCHE, RADIOENLACE, MODEM.	SISTEMA FOTOVOLTAICO
6	ESTACIÓN REMOTA VHF CERRO NUEVE	JAMA-MANABÍ	04 TRANSRECEPTORES VHF, ROUTER, SWITCHE, RADIOENLACE, MODEM.	SISTEMA FOTOVOLTAICO
7	ESTACIÓN REMOTA VHF CERRO DON JUAN	SUA-ESMERALDAS	04 TRANSRECEPTORES VHF, ROUTER, SWITCHE, RADIOENLACE, MODEM.	SISTEMA FOTOVOLTAICO
8	ESTACIÓN REMOTA CERRO ZAPALLO	ZAPALLO-ESMERALDAS	04 TRANSRECEPTORES VHF, ROUTER, SWITCHE, RADIOENLACE, MODEM.	SISTEMA FOTOVOLTAICO
<b>Estación Costera Insular (Galápagos)</b>				
1	ESTACIÓN REMOTA VHF CERRO CROCKER	ISLA SANTA CRUZ	04 TRANSRECEPTORES VHF, ROUTER, SWITCHE, RADIOENLACE, MODEM.	SISTEMA FOTOVOLTAICO
2	ESTACIÓN REMOTA VHF CERRO SAN JOAQUIN	ISLA SAN CRISTOBAL	04 TRANSRECEPTORES VHF, ROUTER, SWITCHE, RADIOENLACE, MODEM.	SISTEMA FOTOVOLTAICO
3	ESTACIÓN REMOTA SIERRA NEGRA	ISLA ISABELA	04 TRANSRECEPTORES VHF, ROUTER, SWITCHE, RADIOENLACE, MODEM.	SISTEMA FOTOVOLTAICO
4	ESTACIÓN REMOTA ASILO DE LA PAZ	ISLA FLOREANA	04 TRANSRECEPTORES VHF, ROUTER, SWITCHE, RADIOENLACE, MODEM.	SISTEMA FOTOVOLTAICO

### 3.2. Diseño de Sistemas Fotovoltaicos en Estaciones Remota VHF/DSC.

En el proyecto eléctrico en sistemas fotovoltaicos se deben determinar el desarrollo de los cálculos de estos sistemas en donde los temas de cada calculo será explicado en este tema para las estaciones remotas VHF y llegando a tener un mayor conocimiento a la hora de diseñar los sistemas fotovoltaicos. En estas Estaciones VHF/DSC se diseñará dos sistemas fotovoltaicos establecidos en la tabla de cálculo en los cuales estarán los siguientes datos: Los equipos implementados en cada Estación, la cantidad de cada equipo, la potencia aparente, la eficiencia de cada equipo, la potencia que obtiene cada equipo, el voltaje y las horas de uso por cada uno.

### 3.2.1. Consumo Diario.

Para empezar a calcular el sistema fotovoltaico se debe realizar el consumo diario en el cual la fórmula de su obtención es:

$$\text{Consumo diario} = \text{cantidad de equipo} \times \text{potencia de equipo} \times \text{horas de uso del equipo.}$$

Se debe dar a entender que esto se realiza a cada equipo del sistema para luego sumar cada resultado y tener el total del consumo diario del sistema. También se debe multiplicar el resultado del consumo diario por el 30% ya que es el factor de protección (esto se realiza para compensar posibles pérdidas).

### 3.2.2. Demanda Máxima.

La demanda máxima es la potencia del equipo en cual se calcula mediante la fórmula de:

$$\text{Demanda máxima} = VA \times \text{eficiencia de equipo.}$$

Se debe dar a entender que esto se realiza a cada equipo del sistema para luego sumar cada resultado y tener el total de la demanda máxima del sistema.

### 3.2.3. Voltaje del Sistema.

El voltaje del sistema dependerá del consumo diario o los equipos utilizados en el sistema.

- De 1 a 2000 WH de consumo diario, se recomienda hacer el sistema de 12V.
- De 2001 WH a 4000 HW de consumo diario, se recomienda hacer el sistema a 24 V.
- De 4001 WH en adelante se recomienda hacer el sistema a 48 V.

En el caso del proyecto se utilizó un voltaje del sistema de 24 V ya que los equipos que están implementados funcionan con ese voltaje.

### 3.2.4. Potencia Fotovoltaica.

Se debe calcular la potencia fotovoltaica para obtener el tamaño de paneles en watts que se debe de usar en el sistema. Para obtenerla se debe seguir la siguiente formula:

$$\text{Potencia fotovoltaica} = \frac{\text{consumo diario}}{\text{hora solar mínima}}$$

La hora solar mínima se la obtiene en la aplicación de la Nasa en donde la fuente de la aplicación se encuentre en la figura 3.1. ya que es una cantidad variable. Dependiendo del lugar en el que se encuentre las horas mínimas del sol son diferentes. Esta se obtiene porque se quiere saber si el sistema en climas nublados puedan cargar las baterías.

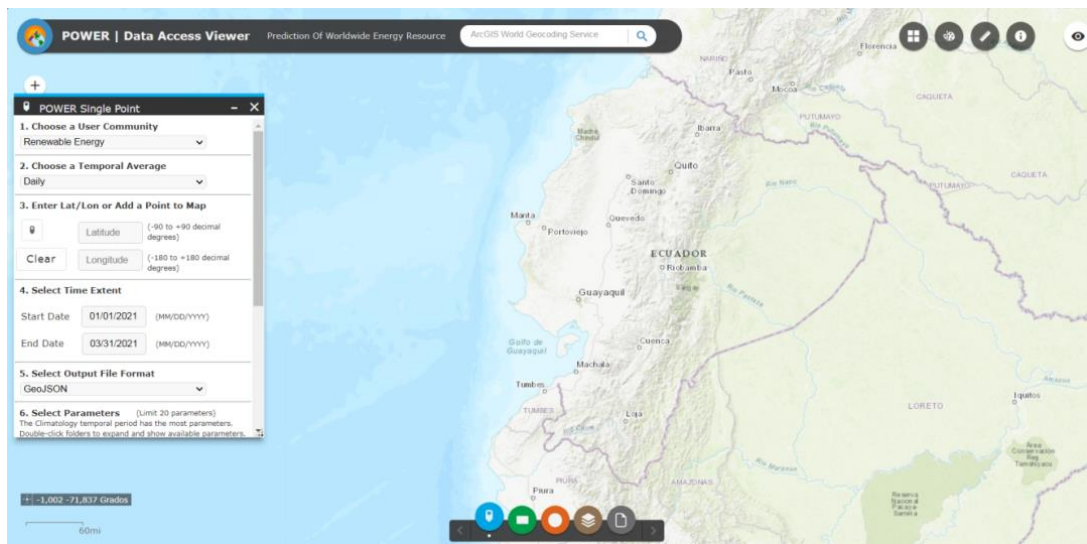


Figura 3. 1: Power/Data Access Viewer.

Fuente: <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>

### 3.2.5. Números de Módulos.

Los números de paneles que se va a utilizar en cada estación se definirán mediante el proceso del cálculo de la siguiente forma:

$$\text{Número de módulos} = \frac{\text{Potencia fotovoltaica}}{\text{Potencia del módulo}}$$

Cada módulo fotovoltaico dependerá del consumo y economía de la empresa o compañía la cual se procederá a su instalación. También su instalación ya sea en serie o en paralelo, los módulos deben de seguir las normas y encontrar en el mercado el más apropiado para su uso.

### 3.2.6. Tipo de Módulo.



En este caso en especial se utilizará el siguiente modulo mostrada en la figura 3.2. para todas las Estaciones VHF que necesiten del sistema fotovoltaico:

- Marca= Trina Solar
- Modelo= Vertex Module
- Características:
- Potencia del módulo= 670 W
- Medida= 2384\*1303 mm
- Peso= 33.9 kg
- Voltaje de salida= 45.7 V
- Corriente de salida= 18.5 A

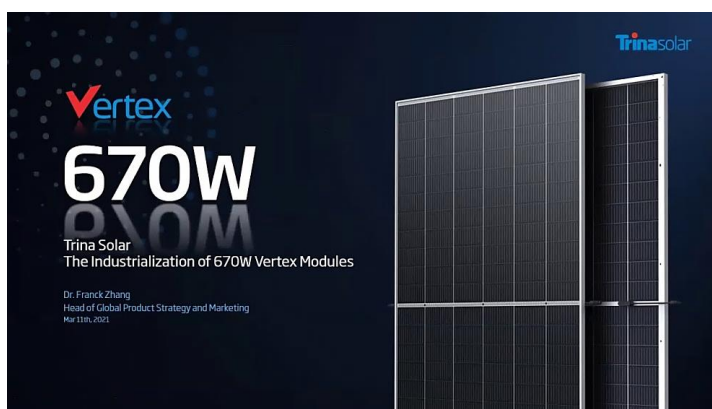


Figura 3. 2: Trina Solar Introduction of 670W Vertex Module.  
Fuente: (Trina Solar Vertex 670 W, s.f.)

Estos datos técnicos pueden variar dependiendo de la economía de la empresa que quiera implementar los sistemas fotovoltaicos. Cada panel mundialmente tiene su propio voltaje, tamaño, voltaje, corriente, etc.

### 3.2.7. Tipo de Controlador.

Cuando se especifique el tipo de controlador que apliquemos al sistema, podremos determinar cuántos paneles solares exactamente se colocará en cada Estación VHF/DSC, ya sea en serie o en paralelo, se debe determina su voltaje y corriente adecuado al controlador. Para determinar el controlador se debe saber el voltaje del sistema y el número de módulos obtenidos anteriormente, una vez obtenido estos valores se deben buscar en el mercado un controlador que se adapte a esta información para poder implementarlo y que funcione correctamente. También para determinar la cantidad de

controladores en un sistema se debe obtener el amperaje en el cual su fórmula será:

$$\text{Amperaje del controlador} = \frac{\text{potencia del módulo} \times \text{numero de módulos}}{\text{voltaje del sistema}}$$

Con esta fórmula se debe obtener 1 o más controladores (dependiendo del sistema) para su correcto uso. Un ejemplo de implementación de controlador es en una Estación VHF Galápagos en donde se utilizará el siguiente controlador: 2 controladores fm-80 charge controller mppt V= 150 Vdc y I=80 A. para sistemas de 24v potencia máxima de paneles de 2500w. Este es un ejemplo real ya que en la figura 3.3. este controlador se encuentra en el mercado actualmente y se lo utiliza en este proyecto.



Figura 3. 3: Regulador Solar MPPT Flexmax FM80 DE 80 Amperios.  
Fuente: (Regulador MPPT FLEX max FM80 , s.f.)

### 3.2.8. Tipo de Inversor.

Para determinar el inversor se debe saber el voltaje del sistema y la demanda máxima (esta se la obtiene en la tabla), una vez obtenido estos valores se deben buscar en el mercado un inversor que se adapte a esta información como se muestra en la figura 3.4. para poder implementarlo y que funcione correctamente. Uno de los ejemplos es en una Estación VHF Galápagos en donde se utilizará el siguiente inversor: TGHY 4000 W inversor de energía solar de 4000 W, 24/48 Vdc a 110/220 Vac, onda sinusoidal pura con 95% de eficiencia. En donde este inversor ingresa los 24V del sistema y lo convierte a

los 120/240 Vac que se necesitan para los equipos por lo cual es perfecto para este sistema fotovoltaico. También hay que tener en cuenta el porcentaje de eficiencia del inversor ya que se utilizará para otros cálculos. (Este es un ejemplo real en el cual se explicó correctamente la información).



Figura 3. 4: Schneider Electric Conext SW 4024 SW 4024 inversor/Cargador.  
Fuente: (Inversor Schneider Electric, s.f.)

### 3.2.9. Tipo de Batería.

Para calcular el tipo de batería se debe conocer tres parámetros los cuales son: el voltaje del sistema, el consumo diario total de la tabla de equipos y la eficiencia del inversor dependiendo del modelo que se usó en el sistema. Con estos datos se obtendrá el consumo diario en ah/día por lo cual la fórmula de su obtención es:

$$Ah/d\grave{a}a = \frac{Consumo\ diario}{\frac{Eficiencia\ del\ inversor}{Voltaje\ del\ sistema}}$$

El siguiente paso es calcular la cantidad de baterías que van a ser conectados en paralelo y en serie para poder alimentar ese ah/día obtenido anteriormente, por lo cual se necesitan los siguientes datos: ah/día del sistema, el número de días autónomos utilizables, profundidad de descarga, la capacidad de la batería, voltaje del sistema y voltaje de la batería. Los días autónomos son generalmente entre 1 o 2 días ya que es lo que pueden soportar las baterías, la profundidad de descarga es recomendable utilizar el 50% de su uso pero en este proyecto se usará el 70% para mejor cálculo y la capacidad de batería es importante para tener en cuenta el mínimo de capacidad que debemos

instalar en nuestro sistema fotovoltaico y se lo obtienen por la siguiente fórmula:

*Capacidad de baterías*

$$= \text{Consumo diario} * \text{Días autonomos} / \text{Voltaje del sistema} * \text{Profundidad de batería}$$

Calculando todos estos datos podemos obtener el número de baterías en paralelo y en serie para su respectiva conexión al sistema, en el cual sus fórmulas son:

Conexión en paralelo:

*Baterías en paralelo*

$$= \frac{\text{Ah/día}}{\text{Días autonomos}} \frac{\text{Voltaje del sistema}}{\text{Capacidad de batería}}$$

Conexión en serie:

$$\text{Batería en serie} = \frac{\text{Voltaje del sistema}}{\text{Voltaje de la batería}}$$

El voltaje de la batería se la obtiene en el mercado como la figura 3.5. determinado por la capacidad de batería mínimo calculado anteriormente. Para finalizar se debe calcular el total de baterías para obtener el número de baterías utilizados en el sistema fotovoltaico.

$$\text{Baterías total} = \text{Baterías en paralelo} * \text{Baterías en serie}$$



Figura 3. 5: Bateria Energy PowerSafe OPzV.

Fuente: (Potencia para requerimientos de alta capacidad., s.f.)

### **3.3. Diseño de los Sistemas Fotovoltaico en cada Estación VHF/DSC.**

#### **3.3.1. Estación VHF/DSC San Joaquín.**

En esta Estación VHF/DSC se diseñarán 2 sistemas fotovoltaicos.

El primer sistema fotovoltaico tiene los siguientes equipos: 1 IP Switch, 1 Ethernet Switch, 1 Radioenlace 1+1, 1 Router Switch, 2 Balizas de señalización, 3 puntos de iluminación en Caseta, 1 Convertidor 24 Vdc a 110

Vdc y 4 Inversores 24 Vdc a 110 Vac. Su consumo diario es de 37745,52 Wh con un 30% de factor de protección y su demanda máxima es de 1233,47 W. En la figura 3.6. se procedió a la instalación de los equipos en el sitio, empezando con armar la estructura de aluminio en donde se colocarían los paneles solares cuyas dimensiones son de 2384mm X 1303mm de modelo Vertex (trina solar) de 670 W con  $V_{oc}=45,7$  V y  $I_{sc}=18,5$  A, estos paneles fueron colocados en 2 grupos de 3 paneles solares (cada grupo) para así completar un total de 6 paneles, en donde el cable para su conexión es un cable concéntrico número 10, luego se concentraría en una caja de acero inoxidable. Los mismos llegan a una caja de breakers con dos breakers internos de 55 A cada uno y a su vez llegan a los 2 controladores de modelo FM-80 Charger Controller MPPT de  $V=150$  V y  $I=80$  A cada uno. Los equipos dentro de la caseta y las baterías toman energía desde la caja concentradora por medio de dos pares de cables No 2 súper flex por el cual circulará una corriente no mayor a 65 A, estos equipos están protegidos por medio de dos breakers de 70 A instalados en la caja concentradora, adicional están instalados los cables de comunicación para cada controlador, los puntos de temperatura y el censo de voltaje protegido por fusible de 2 A. Desde esta segunda caja concentradora se alimentan las baterías de modelo 16OPzV de 2 V 2300 Ah instaladas en serie lo cual suma el voltaje a 24 Vdc, pero la corriente sigue siendo 2300 Ah, los cables utilizados son los adecuados para no tener pérdidas en los momentos de cargar las baterías y emanar corriente a la carga.

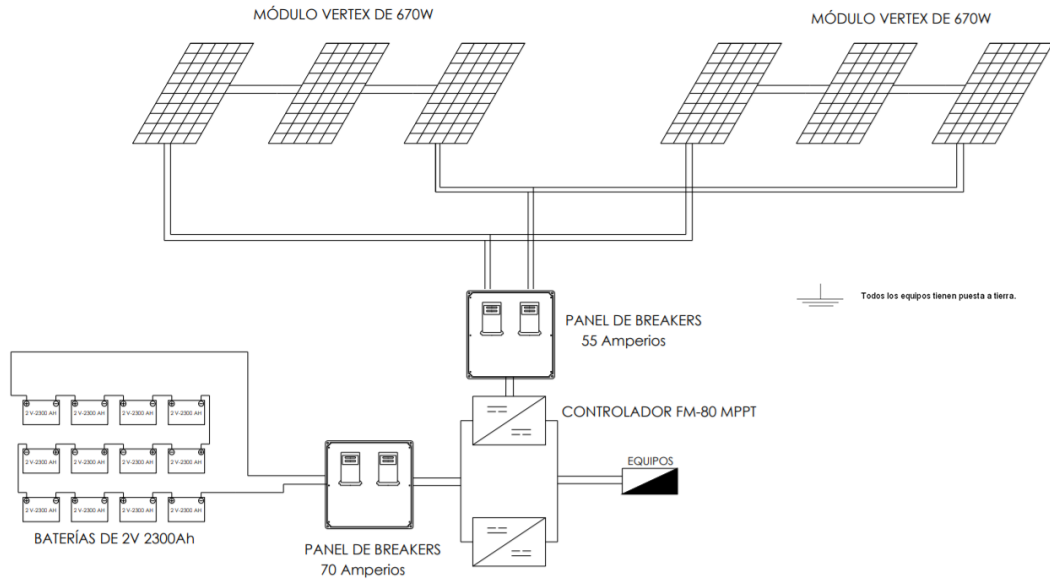


Figura 3. 6: Diseño fotovoltaico de 6 módulos en San Joaquín.  
Fuente: Elaborado por el Autor.

El segundo sistema fotovoltaico tiene los siguientes equipos: 4 Transreceptores VHF/DSC/C.P., 1 controlador SC4, 1 Multiacoplador VHF y 2 Transreceptor VHF. Su consumo diario es de 7574,667 Wh con un 30% de factor de protección y su demanda máxima es de 230,5556 W. En la figura 3.7. se procedió a la instalación de los equipos en el sitio, empezando con armar la estructura de aluminio en donde se colocarían los paneles solares cuyas dimensiones son de 2384mm X 1303mm de modelo Vertex (trina solar) de 670 W con  $V_{oc}=45,7$  V y  $I_{sc}=18,5$  A, estos paneles fueron colocados en 1 grupo de 1 panel solar para así completar un total de 1 panel, esto nos ayudaría a la interconexión de estos con cable concéntrico número 10, luego se concentraría en una caja de acero inoxidable. Los mismos llegan a una caja de breaker con un breaker interno de 10 A y a su vez llegan a 1 controlador de modelo FM-80 Charger Controller MPPT de  $V=150$  V y  $I=80$  A. Los equipos toman energía desde la caja concentradora por medio de dos pares de cables No 2 súper flex por el cual circulará una corriente no mayor a 26 A, estos se conectan a borneras independientes a cada controlador, estos equipos están protegidos por medio de dos breakers de 30 A instalados en la caja concentradora, adicional están instalados los cables de comunicación para cada controlador, los puntos de temperatura y el censo de voltaje protegido por fusible de 2 A. Desde esta segunda caja

concentradora se alimentan las baterías de modelo 6OPzV de 2 V 500 Ah instaladas en serie lo cual suma el voltaje a 24 Vdc, pero la corriente sigue siendo 500 Ah y un inversor de modelo TGHY 4000 W de energía solar de 24 Vdc a 110 Vac, onda sinusoidal pura del 95% de eficiencia, los cables utilizados son los adecuados para no tener pérdidas en los momentos de cargar las baterías y emanar corriente a la carga.

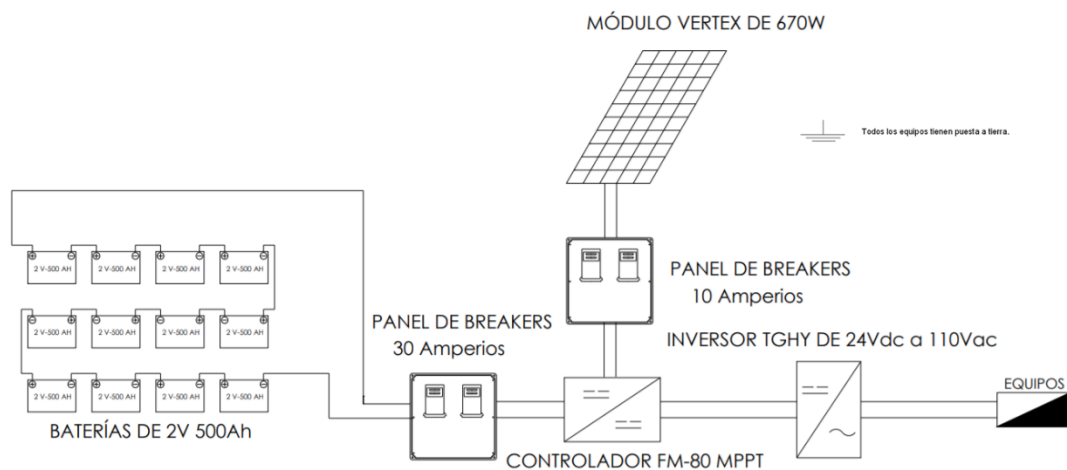


Figura 3. 7: Diseño fotovoltaico de 1 módulo en San Joaquín.  
Fuente: Elaborado por el Autor.

### 3.3.2. Estación VHF/DSC Sierra Negra.

En esta Estación VHF/DSC se diseñarán 2 sistemas fotovoltaicos.

El primer sistema fotovoltaico tiene los siguientes equipos: 1 IP Switch, 1 Ethernet Switch, 1 Radioenlace 1+1, 1 Router Switch, 2 Balizas de señalización, 3 puntos de iluminación en Caseta, 1 Convertidor 24 Vdc a 110 Vdc y 4 Inversores 24 Vdc a 110 Vac. Su consumo diario es de 37745,52 Wh con un 30% de factor de protección y su demanda máxima es de 1233,47 W. En la figura 3.8. se procedió a la instalación de los equipos en el sitio, empezando con armar la estructura de aluminio en donde se colocarían los paneles solares cuyas dimensiones son de 2384mm X 1303mm de modelo Vertex (trina solar) de 670 W con  $V_{oc}=45,7$  V y  $I_{sc}=18,5$  A, estos paneles fueron colocados en 2 grupos de 3 paneles solares (cada grupo) para así completar un total de 6 paneles, en donde el cable para su conexión es un cable concéntrico número 10, luego se concentraría en una caja de acero inoxidable. Los mismos llegan a una caja de breakers con dos breakers internos de 55 A cada uno y a su vez llegan a los 2 controladores de modelo

FM-80 Charger Controller MPPT de  $V=150\text{ V}$  y  $I=80\text{ A}$  cada una. Los equipos dentro de la caseta y las baterías toman energía desde la caja concentradora por medio de dos pares de cables No 2 súper flex por el cual circulará una corriente no mayor a  $65\text{ A}$ , estos equipos están protegidos por medio de dos breakers de  $70\text{ A}$  instalados en la caja concentradora, adicional están instalados los cables de comunicación para cada controlador, los puntos de temperatura y el censo de voltaje protegido por fusible de  $2\text{ A}$ . Desde esta segunda caja concentradora se alimentan las baterías de modelo 16OPzV de  $2\text{ V } 2300\text{ Ah}$  instaladas en serie lo cual suma el voltaje a  $24\text{ Vdc}$ , pero la corriente sigue siendo  $2300\text{ Ah}$ , los cables utilizados son los adecuados para no tener pérdidas en los momentos de cargar las baterías y emanar corriente a la carga.

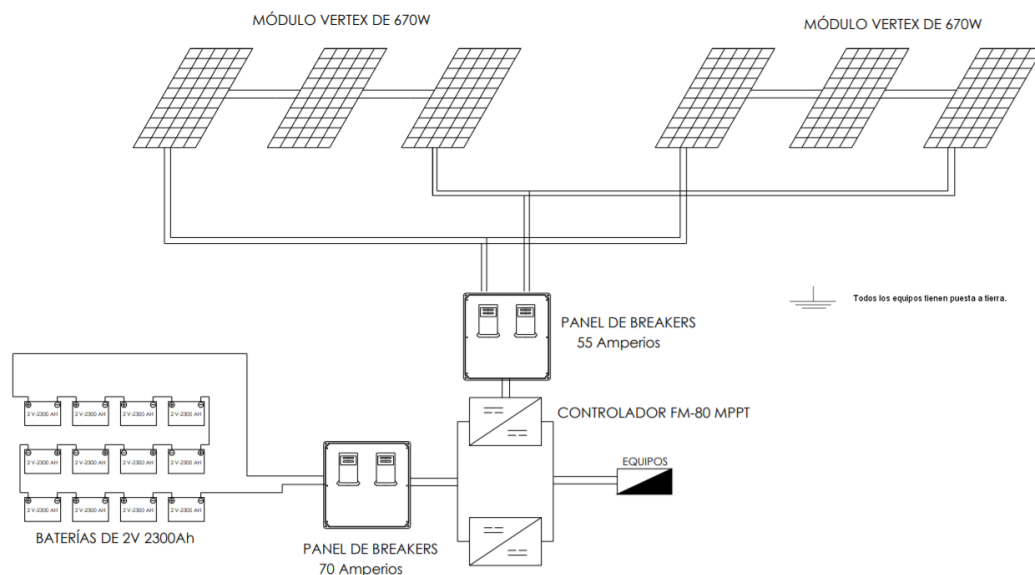


Figura 3. 8: Diseño fotovoltaico de 6 módulos en Sierra Negra.  
Fuente: Elaborado por el Autor.

El segundo sistema fotovoltaico tiene los siguientes equipos: 4 Transreceptores VHF/DSC/C.P., 1 controlador SC4, 1 Multiacoplador VHF y 2 Transreceptor VHF. Su consumo diario es de  $7574,667\text{ Wh}$  con un 30% de factor de protección y su demanda máxima es de  $230,5556\text{ W}$ . En la figura 3.9. se procedió a la instalación de los equipos en el sitio, empezando con armar la estructura de aluminio en donde se colocarían los paneles solares cuyas dimensiones son de  $2384\text{ mm} \times 1303\text{ mm}$  de modelo Vertex (trina solar) de  $670\text{ W}$  con  $V_{oc}=45,7\text{ V}$  y  $I_{sc}=18,5\text{ A}$ , estos paneles fueron



colocados en 1 grupo de 1 panel solar para así completar un total de 1 panel, esto nos ayudaría a la interconexión de los mismos con cable concéntrico número 10, luego se concentraría en una caja de acero inoxidable. Los mismos llegan a una caja de breaker con un breaker interno de 10 A y a su vez llegan a 1 controlador de modelo FM-80 Charger Controller MPPT de  $V=150\text{ V}$  y  $I=80\text{ A}$ . Los equipos toman energía desde la caja concentradora por medio de dos pares de cables No 2 súper flex por el cual circulará una corriente no mayor a 26 A, estos se conectan a borneras independientes a cada controlador, estos equipos están protegidos por medio de dos breakers de 30 A instalados en la caja concentradora, adicional están instalados los cables de comunicación para cada controlador, los puntos de temperatura y el censo de voltaje protegido por fusible de 2 A. Desde esta segunda caja concentradora se alimentan las baterías de modelo 6OPzV de 2 V 500 Ah instaladas en serie lo cual suma el voltaje a 24 Vdc, pero la corriente sigue siendo 500 Ah y un inversor de modelo TGHY 4000 W de energía solar de 24 Vdc a 110 Vac, onda sinusoidal pura del 95% de eficiencia, los cables utilizados son los adecuados para no tener pérdidas en los momentos de cargar las baterías y emanar corriente a la carga.

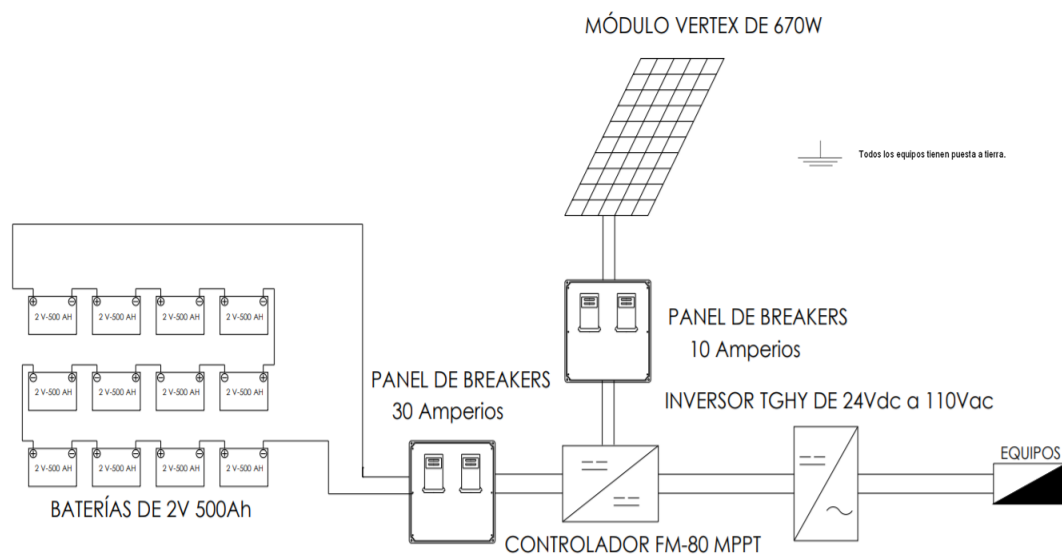


Figura 3. 9: Diseño fotovoltaico de 1 módulo en Sierra Negra.

Fuente: Elaborado por el Autor.

### 3.3.3. Estación VHF/DSC Asilo de la Paz.

En esta Estación VHF/DSC se diseñarán 2 sistemas fotovoltaicos.

El primer sistema fotovoltaico tiene los siguientes equipos: 1 IP Switch, 1 Ethernet Switch, 1 Radioenlace 1+1, 1 Router Switch, 2 Balizas de señalización, 3 puntos de iluminación en Caseta, 1 Convertidor 24 Vdc a 110 Vdc y 4 Inversores 24 Vdc a 110 Vac. Su consumo diario es de 37745,52 Wh con un 30% de factor de protección y su demanda máxima es de 1233,47 W. En la figura 3.10. se procedió a la instalación de los equipos en el sitio, empezando con armar la estructura de aluminio en donde se colocarían los paneles solares cuyas dimensiones son de 2384mm X 1303mm de modelo Vertex (trina solar) de 670 W con  $V_{oc}=45,7$  V y  $I_{sc}=18,5$  A, estos paneles fueron colocados en 2 grupos de 3 paneles solares (cada grupo) para así completar un total de 6 paneles, en donde el cable para su conexión es un cable concéntrico número 10, luego se concentraría en una caja de acero inoxidable. Los mismos llegan a una caja de breakers con dos breakers internos de 55 A cada uno y a su vez llegan a los 2 controladores de modelo FM-80 Charger Controller MPPT de  $V=150$  V y  $I=80$  A cada uno. Los equipos dentro de la caseta y las baterías toman energía desde la caja concentradora por medio de dos pares de cables No 2 súper flex por el cual circulará una corriente no mayor a 65 A, estos equipos están protegidos por medio de dos breakers de 70 A instalados en la caja concentradora, adicional están instalados los cables de comunicación para cada controlador, los puntos de temperatura y el censo de voltaje protegido por fusible de 2 A. Desde esta segunda caja concentradora se alimentan las baterías de modelo 16OPzV de 2 V 2300 Ah instaladas en serie lo cual suma el voltaje a 24 Vdc, pero la corriente sigue siendo 2300 Ah, los cables utilizados son los adecuados para no tener pérdidas en los momentos de cargar las baterías y emanar corriente a la carga.

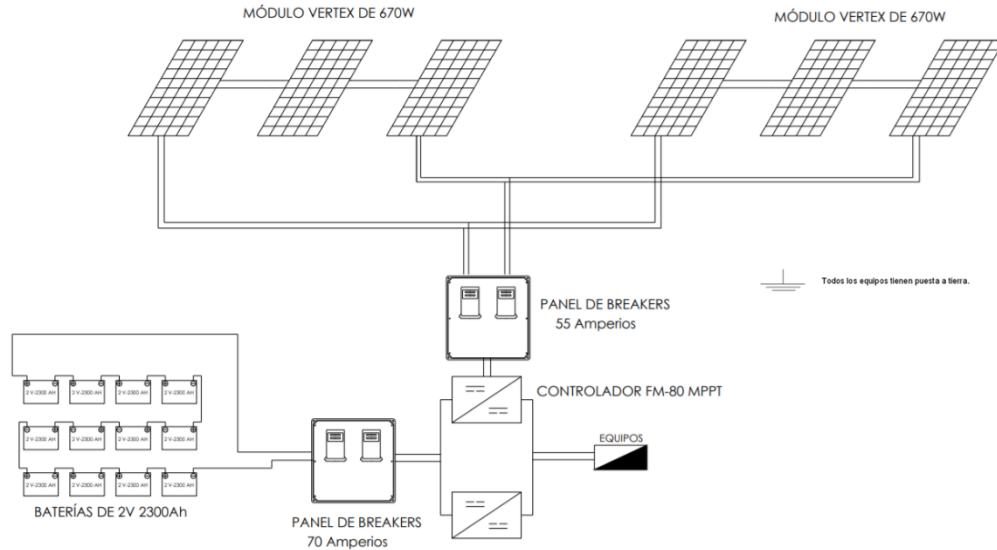


Figura 3. 10: Diseño fotovoltaico de 6 módulos en Asilo de la Paz.  
Fuente: Elaborado por el Autor.

El segundo sistema fotovoltaico tiene los siguientes equipos: 4 Transreceptores VHF/DSC/C.P., 1 controlador SC4, 1 Multiacoplador VHF y 2 Transreceptor VHF. Su consumo diario es de 7574,667 Wh con un 30% de factor de protección y su demanda máxima es de 230,5556 W. En la figura 3.11. se procedió a la instalación de los equipos en el sitio, empezando con armar la estructura de aluminio en donde se colocarían los paneles solares cuyas dimensiones son de 2384mm X 1303mm de modelo Vertex (trina solar) de 670 W con  $V_{oc}=45,7$  V y  $I_{sc}=18,5$  A, estos paneles fueron colocados en 1 grupo de 1 panel solar para así completar un total de 1 panel, esto nos ayudaría a la interconexión de los mismos con cable concéntrico número 10, luego se concentraría en una caja de acero inoxidable. Los mismos llegan a una caja de breaker con un breaker interno de 10 A y a su vez llegan a 1 controlador de modelo FM-80 Charger Controller MPPT de  $V=150$  V y  $I=80$  A. Los equipos toman energía desde la caja concentradora por medio de dos pares de cables No 2 súper flex por el cual circulará una corriente no mayor a 26 A, estos se conectan a borneras independientes a cada controlador, estos equipos están protegidos por medio de dos breakers de 30 A instalados en la caja concentradora, adicional están instalados los cables de comunicación para cada controlador, los puntos de temperatura y el censo de voltaje protegido por fusible de 2 A. Desde esta segunda caja concentradora se alimentan las

baterías de modelo 6OPzV de 2 V 500 Ah instaladas en serie lo cual suma el voltaje a 24 Vdc, pero la corriente sigue siendo 500 Ah y un inversor de modelo TGHY 4000 W de energía solar de 24 Vdc a 110 Vac, onda sinusoidal pura del 95% de eficiencia, los cables utilizados son los adecuados para no tener pérdidas en los momentos de cargar las baterías y emanar corriente a la carga.

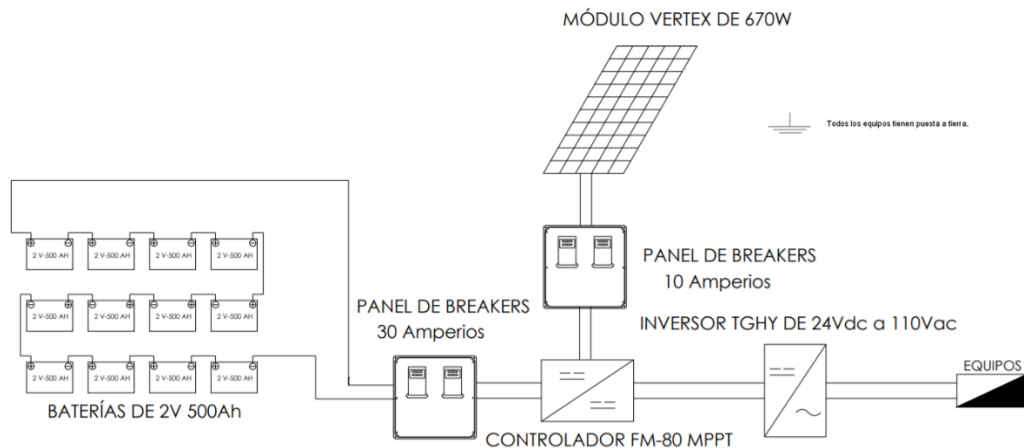


Figura 3. 11: Diseño fotovoltaico de 1 módulo en Asilo de la Paz.  
Fuente: Elaborado por el Autor.

### 3.3.4. Estación VHF/DSC Crocker.

En esta Estación VHF/DSC se diseñarán 2 sistemas fotovoltaicos.

El primer sistema fotovoltaico tiene los siguientes equipos: 1 IP Switch, 1 Ethernet Switch, 10 Radioenlace 1+1, 1 Router Switch, 2 Balizas de señalización, 3 puntos de iluminación en Caseta, 1 Convertidor 24 Vdc a 110 Vdc y 4 Inversores 24 Vdc a 110 Vac. Su consumo diario es de 61145,52 Wh con un 30% de factor de protección y su demanda máxima es de 1233,47 W. En la figura 3.12. se procedió a la instalación de los equipos en el sitio, empezando con armar la estructura de aluminio en donde se colocarían los paneles solares cuyas dimensiones son de 2384mm X 1303mm de modelo Vertex (trina solar) de 670 W con  $V_{oc}=45,7$  V y  $I_{sc}=18,5$  A, estos paneles fueron colocados en 3 grupos de 3 paneles solares (cada grupo) para así completar un total de 9 paneles, en donde el cable para su conexión es un cable concéntrico número 10, luego se concentraría en una caja de acero inoxidable. Los mismos llegan a una caja de breakers con tres breakers internos de 55 A cada uno y a su vez llegan a los 3 controladores de modelo

FM-80 Charger Controller MPPT de  $V=150\text{ V}$  y  $I=80\text{ A}$  cada una. Los equipos dentro de la caseta y las baterías toman energía desde la caja concentradora por medio de dos pares de cables No 2 súper flex por el cual circulará una corriente no mayor a  $70\text{ A}$ , estos equipos están protegidos por medio de dos breakers de  $72\text{ A}$  instalados en la caja concentradora, adicional están instalados los cables de comunicación para cada controlador, los puntos de temperatura y el censo de voltaje protegido por fusible de  $2\text{ A}$ . Desde esta segunda caja concentradora se alimentan las baterías de modelo 24OPzV de  $2\text{ V}$   $3500\text{ Ah}$  instaladas en serie lo cual suma el voltaje a  $24\text{ Vdc}$ , pero la corriente sigue siendo  $3500\text{ Ah}$ , los cables utilizados son los adecuados para no tener pérdidas en los momentos de cargar las baterías y emanar corriente a la carga.

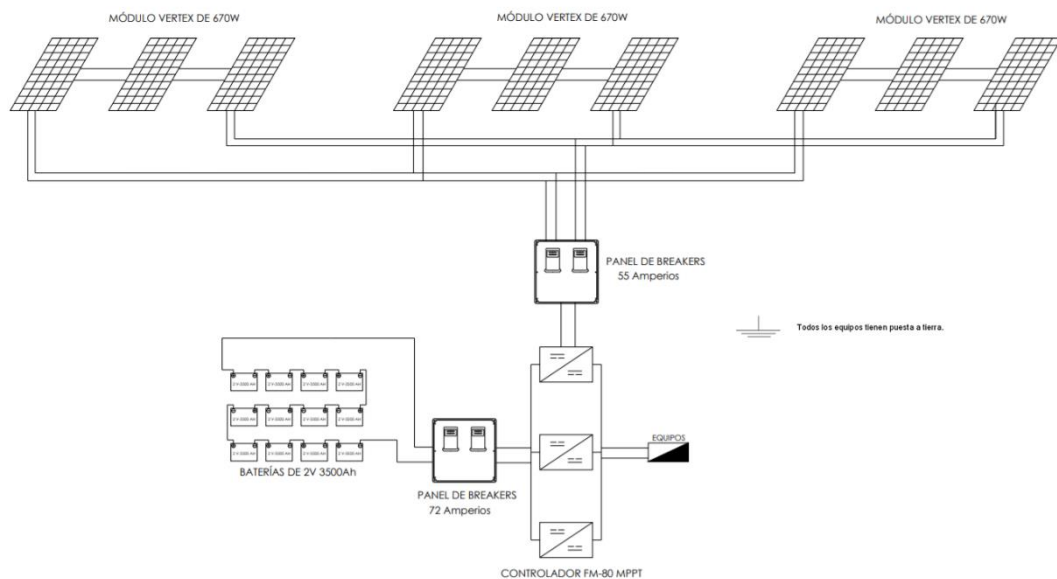


Figura 3. 12: Diseño fotovoltaico de 9 módulos en Crocker.  
Fuente: Elaborado por el Autor.

El segundo sistema fotovoltaico tiene los siguientes equipos: 4 Transreceptores VHF/DSC/C.P., 1 controlador SC4, 1 Multiacoplador VHF y 2 Transreceptor VHF. Su consumo diario es de  $7574,667\text{ Wh}$  con un 30% de factor de protección y su demanda máxima es de  $230,5556\text{ W}$ . En la figura 3.13. se procedió a la instalación de los equipos en el sitio, empezando con armar la estructura de aluminio en donde se colocarían los paneles solares cuyas dimensiones son de  $2384\text{ mm} \times 1303\text{ mm}$  de modelo Vertex (trina solar) de  $670\text{ W}$  con  $V_{oc}=45,7\text{ V}$  y  $I_{sc}=18,5\text{ A}$ , estos paneles fueron

colocados en 1 grupo de 1 panel solar para así completar un total de 1 panel, esto nos ayudaría a la interconexión de estos con cable concéntrico número 10, luego se concentraría en una caja de acero inoxidable. Los mismos llegan a una caja de breaker con un breaker interno de 10 A y a su vez llegan a 1 controlador de modelo FM-80 Charger Controller MPPT de  $V=150\text{ V}$  y  $I=80\text{ A}$ . Los equipos toman energía desde la caja concentradora por medio de dos pares de cables No 2 súper flex por el cual circulará una corriente no mayor a  $26\text{ A}$ , estos se conectan a borneras independientes a cada controlador, estos equipos están protegidos por medio de dos breakers de  $30\text{ A}$  instalados en la caja concentradora, adicional están instalados los cables de comunicación para cada controlador, los puntos de temperatura y el censo de voltaje protegido por fusible de  $2\text{ A}$ . Desde esta segunda caja concentradora se alimentan las baterías de modelo 6OPzV de  $2\text{ V } 500\text{ Ah}$  instaladas en serie lo cual suma el voltaje a  $24\text{ Vdc}$ , pero la corriente sigue siendo  $500\text{ Ah}$  y un inversor de modelo TGHY  $4000\text{ W}$  de energía solar de  $24\text{ Vdc}$  a  $110\text{ Vac}$ , onda sinusoidal pura del  $95\%$  de eficiencia, los cables utilizados son los adecuados para no tener pérdidas en los momentos de cargar las baterías y emanar corriente a la carga.

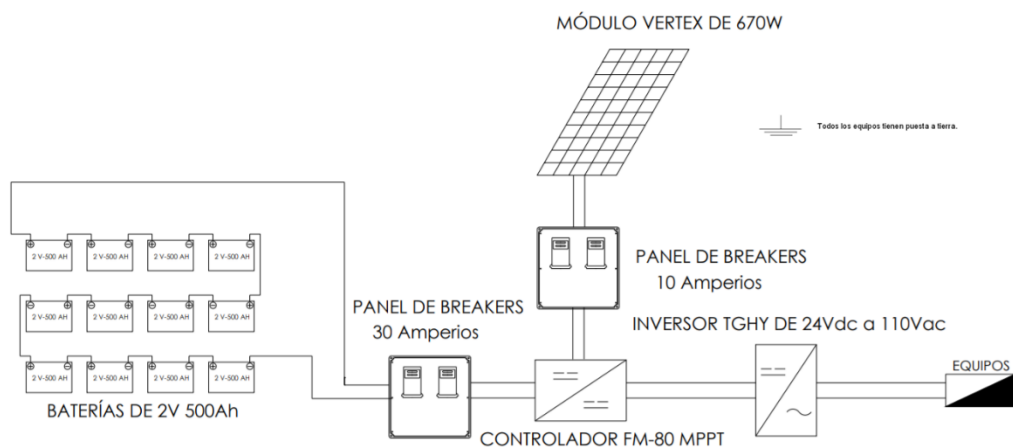


Figura 3. 13: Diseño fotovoltaico de 1 módulo en Crocker.  
Fuente: Elaborado por el Autor.

### 3.3.5. Estación VHF/DSC Zapallo.

En esta Estación VHF/DSC se diseñarán 2 sistemas fotovoltaicos.

El primer sistema fotovoltaico tiene los siguientes equipos: 1 IP Switch, 1 Ethernet Switch, 4 Radioenlace 1+1, 1 Router Switch, 2 Balizas de señalización, 3 puntos de iluminación en Caseta, 2 fuente de poder 110 Vac -12 Vdc para transceiver at 10/90 Duty Cycle y 4 Inversores 24 Vdc a 110 Vac. Su consumo diario es de 52348,85 Wh con un 30% de factor de protección y su demanda máxima es de 1389,02 W. En la figura 3.14. se procedió a la instalación de los equipos en el sitio, empezando con armar la estructura de aluminio en donde se colocarían los paneles solares cuyas dimensiones son de 2384mm X 1303mm de modelo Vertex (trina solar) de 670 W con  $V_{oc}=45,7$  V y  $I_{sc}=18,5$  A, estos paneles fueron colocados en 3 grupos de 3 paneles solares (cada grupo) para así completar un total de 9 paneles, en donde el cable para su conexión es un cable concéntrico número 10, luego se concentraría en una caja de acero inoxidable. Los mismos llegan a una caja de breakers con dos breakers internos de 60 A cada uno que a su vez alimentaran a los 2 controladores de modelo FM-80 Charger Controller MPPT de  $V=150$  V y  $I=80$  A cada una. Los equipos dentro de la caseta y las baterías toman energía desde la caja concentradora por medio de dos pares de cables No 2 súper flex por el cual circulará una corriente no mayos a 90 A, estos equipos están protegidos por medio de dos breakers de 92 A instalados en la caja concentradora, adicional están instados los cables de comunicación para cada controlador, los puntos de temperatura y el censo de voltaje protegido por fusible de 2 A. Desde esta segunda caja concentradora se alimentan las baterías de modelo 24OPzV de 2 V 3500 Ah instaladas en serie lo cual suma el voltaje a 24 Vdc, pero la corriente sigue siendo 3500 Ah, los cables utilizados son los adecuados para no tener pérdidas en los momentos de cagar las baterías y emanar corriente a la carga.

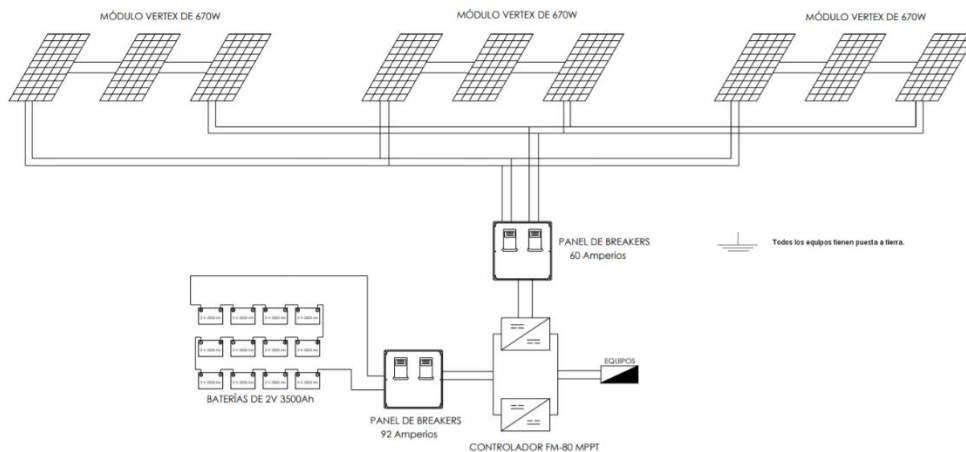


Figura 3. 14: Diseño fotovoltaico de 9 módulos en Zapallo.  
Fuente: Elaborado por el Autor

El segundo sistema fotovoltaico tiene los siguientes equipos: 4 Transreceptores VHF/DSC/C.P., 1 controlador SC4 y 1 Multiacoplador VHF. Su consumo diario es de 2426,66 Wh con un 30% de factor de protección y su demanda máxima es de 65,55 W. En la figura 3.15. se procedió a la instalación de los equipos en el sitio, empezando con armar la estructura de aluminio en donde se colocarían los paneles solares cuyas dimensiones son de 2384mm X 1303mm de modelo Vertex (trina solar) de 670 W con  $V_{oc}=45,7$  V y  $I_{sc}=18,5$  A, estos paneles fueron colocados en 1 grupo de 1 panel solar para así completar un total de 1 panel, esto nos ayudaría a la interconexión de estos con cable concéntrico número 10, luego se concentraría en una caja de acero inoxidable. Los mismos llegan a una caja de breaker con un breaker interno de 4 A y a su vez llegan a 1 controlador de modelo FM-80 Charger Controller MPPT de  $V=150$  V y  $I=80$  A. Los equipos toman energía desde la caja concentradora por medio de dos pares de cables No 2 súper flex por el cual circulará una corriente no mayor a 8 A, estos se conectan a borneras independientes a cada controlador, estos equipos están protegidos por medio de dos breakers de 10 A instalados en la caja concentradora, adicional están instalados los cables de comunicación para cada controlador, los puntos de temperatura y el censo de voltaje protegido por fusible de 2 A. Desde esta segunda caja concentradora se alimentan las baterías de modelo 40PzV de 2 V 240 Ah instaladas en serie lo cual suma el voltaje a 24 Vdc, pero la corriente sigue siendo 240 Ah y un inversor de modelo TGHY 4000 W de energía solar de 24 Vdc a 110 Vac,



onda sinusoidal pura del 95% de eficiencia, los cables utilizados son los adecuados para no tener pérdidas en los momentos de cargar las baterías y emanar corriente a la carga.

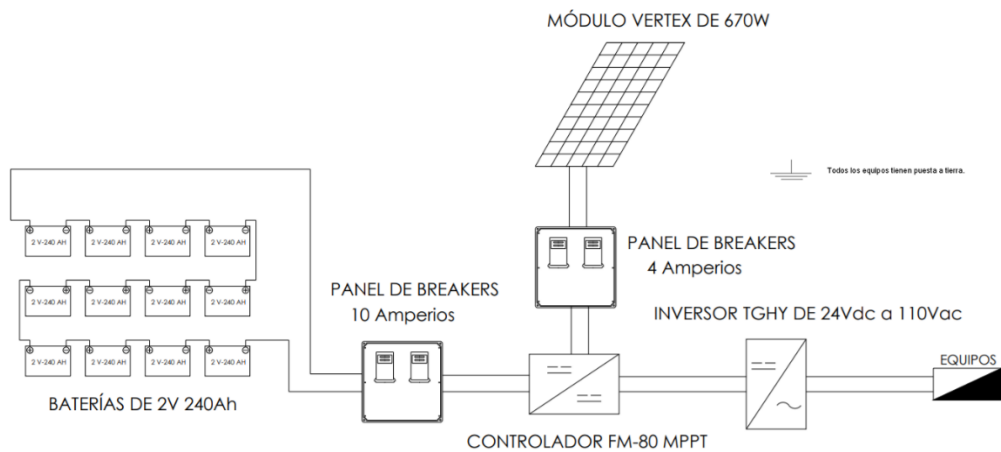


Figura 3. 15: Diseño fotovoltaico de 1 módulo en Zapallo.

Fuente: Elaborado por el Autor.

### 3.3.6. Estación VHF/DSC Don Juan.

En esta Estación VHF/DSC se diseñarán 2 sistemas fotovoltaicos.

El primer sistema fotovoltaico tiene los siguientes equipos: 1 IP Switch, 1 Ethernet Switch, 4 Radioenlace 1+1, 1 Router Switch, 2 Balizas de señalización, 3 puntos de iluminación en Caseta, 2 fuente de poder 110 Vac - 12 Vdc para transceiver at 10/90 Duty Cycle y 4 Inversores 24 Vdc a 110 Vac. Su consumo diario es de 52348,85 Wh con un 30% de factor de protección y su demanda máxima es de 1389,02 W. En la figura 3.16. se procedió a la instalación de los equipos en el sitio, empezando con armar la estructura de aluminio en donde se colocarían los paneles solares cuyas dimensiones son de 2384mm X 1303mm de modelo Vertex (trina solar) de 670 W con  $V_{oc}=45,7$  V y  $I_{sc}=18,5$  A, estos paneles fueron colocados en 3 grupos de 3 paneles solares (cada grupo) para así completar un total de 9 paneles, en donde el cable para su conexión es un cable concéntrico número 10, luego se concentraría en una caja de acero inoxidable. Los mismos llegan a una caja de breakers con dos breakers internos de 60 A cada uno que a su vez alimentarían a los 2 controladores de modelo FM-80 Charger Controller MPPT de  $V=150$  V y  $I=80$  A cada uno. Los equipos dentro de la caseta y las baterías toman energía desde la caja concentradora por medio de dos pares de cables No 2 súper flex por el cual circulará una corriente no mayor a 90 A, estos

equipos están protegidos por medio de dos breakers de 92 A instalados en la caja concentradora, adicional están instalados los cables de comunicación para cada controlador, los puntos de temperatura y el censo de voltaje protegido por fusible de 2 A. Desde esta segunda caja concentradora se alimentan las baterías de modelo 24OPzV de 2 V 3500 Ah instaladas en serie lo cual suma el voltaje a 24 Vdc, pero la corriente sigue siendo 3500 Ah, los cables utilizados son los adecuados para no tener pérdidas en los momentos de cagar las baterías y emanar corriente a la carga.

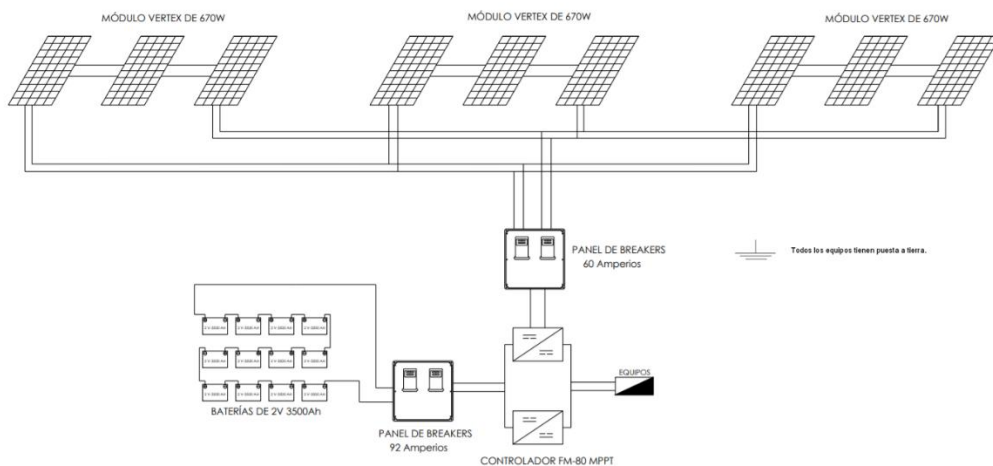


Figura 3. 16: Diseño fotovoltaico de 9 módulos en Don Juan.  
Fuente: Elaborado por el Autor.

El segundo sistema fotovoltaico tiene los siguientes equipos: 4 Transreceptores VHF/DSC/C.P., 1 controlador SC4 y 1 Multiacoplador VHF. Su consumo diario es de 2426,66 Wh con un 30% de factor de protección y su demanda máxima es de 65,55 W. En la figura 3.17. se procedió a la instalación de los equipos en el sitio, empezando con armar la estructura de aluminio en donde se colocarían los paneles solares cuyas dimensiones son de 2384mm X 1303mm de modelo Vertex (trina solar) de 670 W con  $V_{oc}=45,7$  V y  $I_{sc}=18,5$  A, estos paneles fueron colocados en 1 grupo de 1 panel solar para así completar un total de 1 panel, esto nos ayudaría a la interconexión de estos con cable concéntrico número 10, luego se concentraría en una caja de acero inoxidable. Los mismos llegan a una caja de breaker con un breaker interno de 4 A y a su vez llegan a 1 controlador de modelo FM-80 Charger Controller MPPT de  $V=150$  V y  $I=80$  A. Los equipos toman energía desde la caja concentradora por medio de dos pares de cables No 2 súper flex por el

cual circulará una corriente no mayos a 8 A, estos se conectan a borneras independientes a cada controlador, estos equipos están protegidos por medio de dos breakers de 10 A instalados en la caja concentradora, adicional están instalados los cables de comunicación para cada controlador, los puntos de temperatura y el censo de voltaje protegido por fusible de 2 A. Desde esta segunda caja concentradora se alimentan las baterías de modelo 4OPzV de 2 V 240 Ah instaladas en serie lo cual suma el voltaje a 24 Vdc, pero la corriente sigue siendo 240 Ah y un inversor de modelo TGHY 4000 W de energía solar de 24 Vdc a 110 Vac, onda sinusoidal pura del 95% de eficiencia, los cables utilizados son los adecuados para no tener pérdidas en los momentos de cargar las baterías y emanar corriente a la carga.

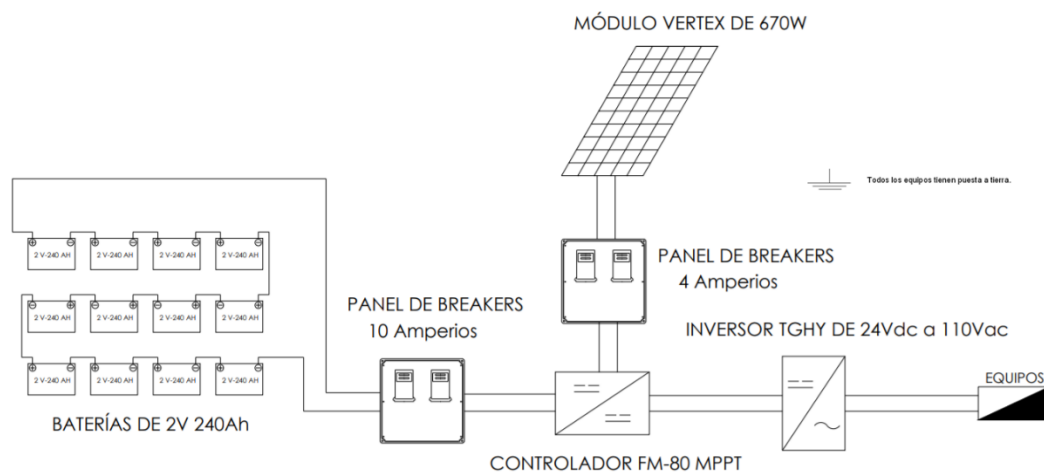


Figura 3. 17: Diseño fotovoltaico de 1 módulo en Don Juan.  
Fuente: Elaborado por el Autor.

### 3.3.7. Estación VHF/DSC Nueve.

En esta Estación VHF/DSC se diseñarán 2 sistemas fotovoltaicos.

El primer sistema fotovoltaico tiene los siguientes equipos: 1 IP Switch, 1 Ethernet Switch, 4 Radioenlace 1+1, 1 Router Switch, 2 Balizas de señalización, 3 puntos de iluminación en Caseta, 2 fuente de poder 110 Vac - 12 Vdc para transceiver at 10/90 Duty Cycle y 4 Inversores 24 Vdc a 110 Vac. Su consumo diario es de 52348,85 Wh con un 30% de factor de protección y su demanda máxima es de 1389,02 W. En la figura 3.18. se procedió a la instalación de los equipos en el sitio, empezando con armar la estructura de aluminio en donde se colocarían los paneles solares cuyas dimensiones son de 2384mm X 1303mm de modelo Vertex (trina solar) de 670 W con  $V_{oc}=45,7$  V y  $I_{sc}=18,5$  A, estos paneles fueron colocados en 3 grupos de 3 paneles

solares (cada grupo) para así completar un total de 9 paneles, en donde el cable para su conexión es un cable concéntrico número 10, luego se concentraría en una caja de acero inoxidable. Los mismos llegan a una caja de breakers con dos breakers internos de 60 A cada uno que a su vez alimentarían a los 2 controladores de modelo FM-80 Charger Controller MPPT de  $V=150\text{ V}$  y  $I=80\text{ A}$  cada uno. Los equipos dentro de la caseta y las baterías toman energía desde la caja concentradora por medio de dos pares de cables No 2 súper flex por el cual circulará una corriente no mayor a  $90\text{ A}$ , estos equipos están protegidos por medio de dos breakers de  $92\text{ A}$  instalados en la caja concentradora, adicional están instalados los cables de comunicación para cada controlador, los puntos de temperatura y el censo de voltaje protegido por fusible de  $2\text{ A}$ . Desde esta segunda caja concentradora se alimentan las baterías de modelo 24OPzV de  $2\text{ V}$   $3500\text{ Ah}$  instaladas en serie lo cual suma el voltaje a  $24\text{ Vdc}$ , pero la corriente sigue siendo  $3500\text{ Ah}$ , los cables utilizados son los adecuados para no tener pérdidas en los momentos de cargar las baterías y emanar corriente a la carga.

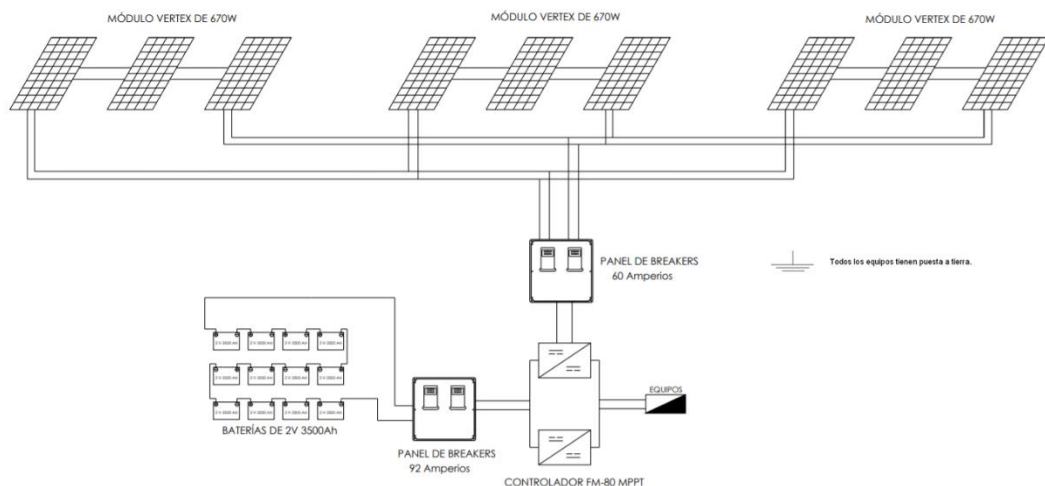


Figura 3. 18: Diseño fotovoltaico de 9 módulos en Nueve.  
Fuente: Elaborado por el Autor.

El segundo sistema fotovoltaico tiene los siguientes equipos: 4 Transreceptores VHF/DSC/C.P., 1 controlador SC4 y 1 Multiacoplador VHF. Su consumo diario es de  $2426,66\text{ Wh}$  con un 30% de factor de protección y su demanda máxima es de  $65,55\text{ W}$ . En la figura 3.19. se procedió a la instalación de los equipos en el sitio, empezando con armar la estructura de aluminio en donde se colocarían los paneles solares cuyas dimensiones

son de 2384mm X 1303mm de modelo Vertex (trina solar) de 670 W con  $V_{oc}=45,7$  V y  $I_{sc}=18,5$  A, estos paneles fueron colocados en 1 grupo de 1 panel solar para así completar un total de 1 panel, esto nos ayudaría a la interconexión de estos con cable concéntrico número 10, luego se concentraría en una caja de acero inoxidable. Los mismos llegan a una caja de breaker con un breaker interno de 4 A y a su vez llegan a 1 controlador de modelo FM-80 Charger Controller MPPT de  $V=150$  V y  $I=80$  A. Los equipos toman energía desde la caja concentradora por medio de dos pares de cables No 2 súper flex por el cual circulará una corriente no mayos a 8 A, estos se conectan a borneras independientes a cada controlador, estos equipos están protegidos por medio de dos breakers de 10 A instalados en la caja concentradora, adicional están instalados los cables de comunicación para cada controlador, los puntos de temperatura y el censo de voltaje protegido por fusible de 2 A. Desde esta segunda caja concentradora se alimentan las baterías de modelo 40PzV de 2 V 240 Ah instaladas en serie lo cual suma el voltaje a 24 Vdc, pero la corriente sigue siendo 240 Ah y un inversor de modelo TGHY 4000 W de energía solar de 24 Vdc a 110 Vac, onda sinusoidal pura del 95% de eficiencia, los cables utilizados son los adecuados para no tener pérdidas en los momentos de cargar las baterías y emanar corriente a la carga.

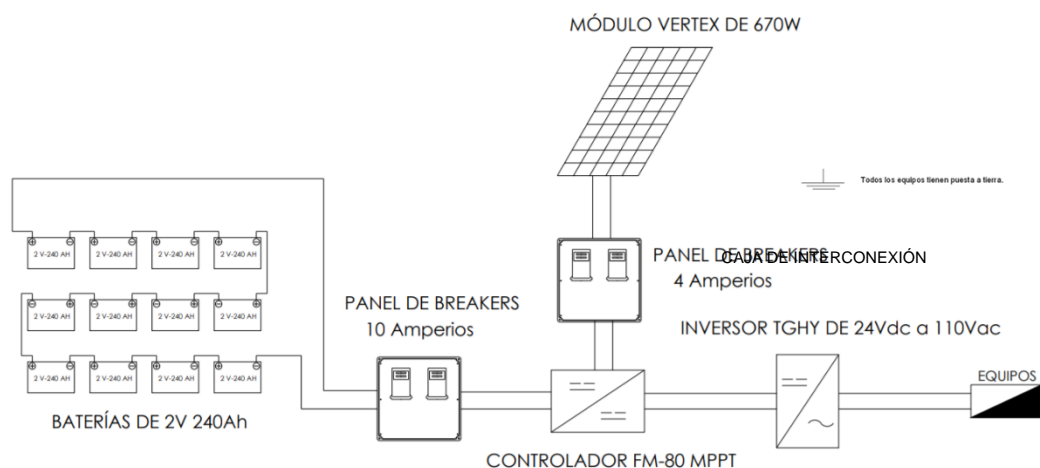


Figura 3. 19: Diseño fotovoltaico de 1 módulo en Nueve.  
Fuente: Elaborado por el Autor.

### 3.3.8. Estación VHF/DSC Lomas de Viento.

En esta Estación VHF/DSC se diseñarán 2 sistemas fotovoltaicos.

El primer sistema fotovoltaico tiene los siguientes equipos: 1 IP Switch, 1 Ethernet Switch, 4 Radioenlace 1+1, 1 Router Switch, 2 Balizas de señalización, 3 puntos de iluminación en Caseta, 2 fuente de poder 110 Vac - 12 Vdc para transceiver at 10/90 Duty Cycle y 4 Inversores 24 Vdc a 110 Vac. Su consumo diario es de 52348,85 Wh con un 30% de factor de protección y su demanda máxima es de 1389,02 W. En la figura 3.20. se procedió a la instalación de los equipos en el sitio, empezando con armar la estructura de aluminio en donde se colocarían los paneles solares cuyas dimensiones son de 2384mm X 1303mm de modelo Vertex (trina solar) de 670 W con  $V_{oc}=45,7$  V y  $I_{sc}=18,5$  A, estos paneles fueron colocados en 3 grupos de 3 paneles solares (cada grupo) para así completar un total de 9 paneles, en donde el cable para su conexión es un cable concéntrico número 10, luego se concentraría en una caja de acero inoxidable. Los mismos llegan a una caja de breakers con dos breakers internos de 60 A cada uno que a su vez alimentarían a los 2 controladores de modelo FM-80 Charger Controller MPPT de  $V=150$  V y  $I=80$  A cada uno. Los equipos dentro de la caseta y las baterías toman energía desde la caja concentradora por medio de dos pares de cables No 2 súper flex por el cual circulará una corriente no mayor a 90 A, estos equipos están protegidos por medio de dos breakers de 92 A instalados en la caja concentradora, adicional están instalados los cables de comunicación para cada controlador, los puntos de temperatura y el censo de voltaje protegido por fusible de 2 A. Desde esta segunda caja concentradora se alimentan las baterías de modelo 24OPzV de 2 V 3500 Ah instaladas en serie lo cual suma el voltaje a 24 Vdc, pero la corriente sigue siendo 3500 Ah, los cables utilizados son los adecuados para no tener pérdidas en los momentos de cargar las baterías y emanar corriente a la carga.

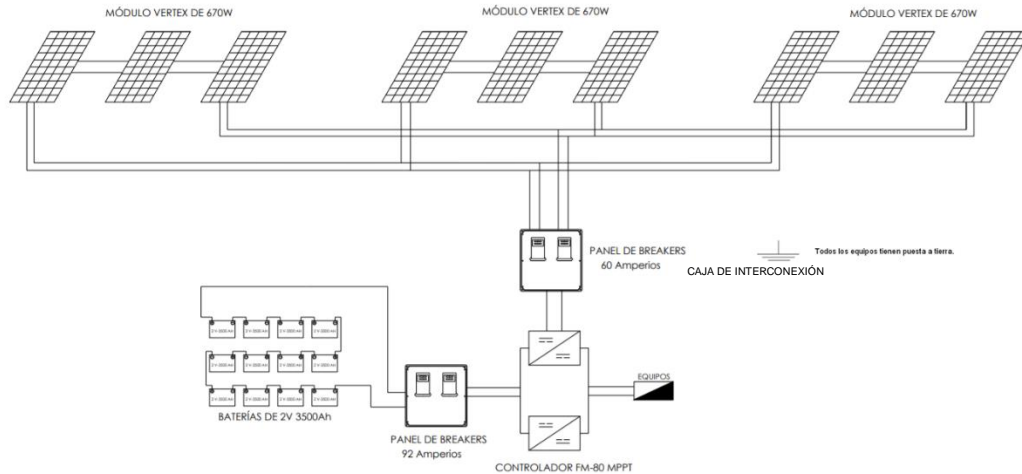


Figura 3. 20: Diseño fotovoltaico de 9 módulos en Lomas de Viento.  
Fuente: Elaborado por el Autor.

El segundo sistema fotovoltaico tiene los siguientes equipos: 4 Transreceptores VHF/DSC/C.P., 1 controlador SC4 y 1 Multiacoplador VHF. Su consumo diario es de 2426,66 Wh con un 30% de factor de protección y su demanda máxima es de 65,55 W. En la figura 3.21. se procedió a la instalación de los equipos en el sitio, empezando con armar la estructura de aluminio en donde se colocarían los paneles solares cuyas dimensiones son de 2384mm X 1303mm de modelo Vertex (trina solar) de 670 W con  $V_{oc}=45,7$  V y  $I_{sc}=18,5$  A, estos paneles fueron colocados en 1 grupo de 1 panel solar para así completar un total de 1 panel, esto nos ayudaría a la interconexión de estos con cable concéntrico número 10, luego se concentraría en una caja de acero inoxidable. Los mismos llegan a una caja de breaker con un breaker interno de 4 A y a su vez llegan a 1 controlador de modelo FM-80 Charger Controller MPPT de  $V=150$  V y  $I=80$  A. Los equipos toman energía desde la caja concentradora por medio de dos pares de cables No 2 súper flex por el cual circulará una corriente no mayor a 8 A, estos se conectan a borneras independientes a cada controlador, estos equipos están protegidos por medio de dos breakers de 10 A instalados en la caja concentradora, adicional están instalados los cables de comunicación para cada controlador, los puntos de temperatura y el censo de voltaje protegido por fusible de 2 A. Desde esta segunda caja concentradora se alimentan las baterías de modelo 40PzV de 2 V 240 Ah instaladas en serie lo cual suma el voltaje a 24 Vdc, pero la corriente sigue siendo 240 Ah y un

inversor de modelo TGHY 4000 W de energía solar de 24 Vdc a 110 Vac, onda sinusoidal pura del 95% de eficiencia, los cables utilizados son los adecuados para no tener pérdidas en los momentos de cargar las baterías y emanar corriente a la carga.

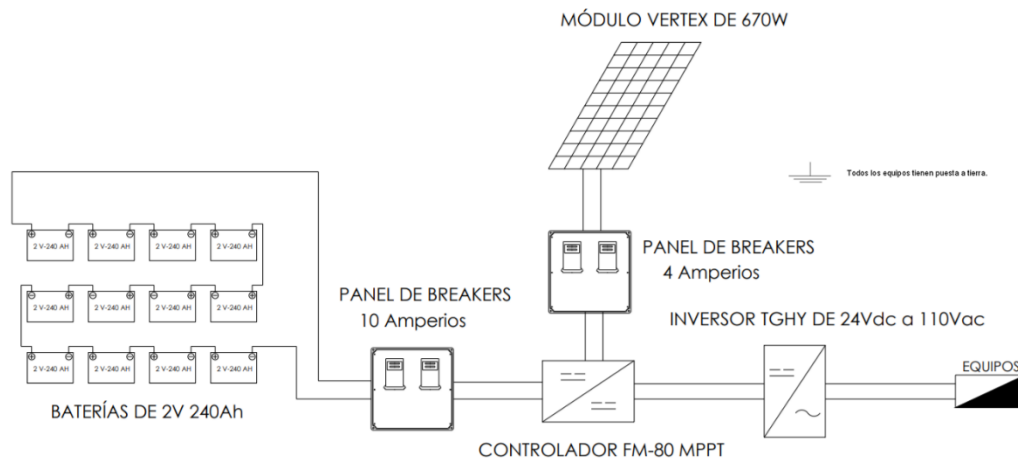


Figura 3. 21: Diseño fotovoltaico de 1 módulo en Zapallo.  
Fuente: Elaborado por el Autor.

### 3.3.9. Estación VHF/DSC Montecristi.

En esta Estación VHF/DSC se diseñarán 2 sistemas fotovoltaicos.

El primer sistema fotovoltaico tiene los siguientes equipos: 1 IP Switch, 1 Ethernet Switch, 4 Radioenlace 1+1, 1 Router Switch, 2 Balizas de señalización, 3 puntos de iluminación en Caseta, 2 fuente de poder 110 Vac - 12 Vdc para transceiver at 10/90 Duty Cycle y 4 Inversores 24 Vdc a 110 Vac. Su consumo diario es de 52348,85 Wh con un 30% de factor de protección y su demanda máxima es de 1389,02 W. En la figura 3.22. se procedió a la instalación de los equipos en el sitio, empezando con armar la estructura de aluminio en donde se colocarían los paneles solares cuyas dimensiones son de 2384mm X 1303mm de modelo Vertex (trina solar) de 670 W con  $V_{oc}=45,7$  V y  $I_{sc}=18,5$  A, estos paneles fueron colocados en 3 grupos de 3 paneles solares (cada grupo) para así completar un total de 9 paneles, en donde el cable para su conexión es un cable concéntrico número 10, luego se concentraría en una caja de acero inoxidable. Los mismos llegan a una caja de breakers con dos breakers internos de 60 A cada uno que a su vez alimentarían a los 2 controladores de modelo FM-80 Charger Controller MPPT de  $V=150$  V y  $I=80$  A cada uno. Los equipos dentro de la caseta y las baterías toman energía desde la caja concentradora por medio de dos pares de



cables No 2 súper flex por el cual circulará una corriente no mayor a 90 A, estos equipos están protegidos por medio de dos breakers de 92 A instalados en la caja concentradora, adicional están instalados los cables de comunicación para cada controlador, los puntos de temperatura y el censo de voltaje protegido por fusible de 2 A. Desde esta segunda caja concentradora se alimentan las baterías de modelo 24OPzV de 2 V 3500 Ah instaladas en serie lo cual suma el voltaje a 24 Vdc, pero la corriente sigue siendo 3500 Ah, los cables utilizados son los adecuados para no tener pérdidas en los momentos de cargar las baterías y emanar corriente a la carga.

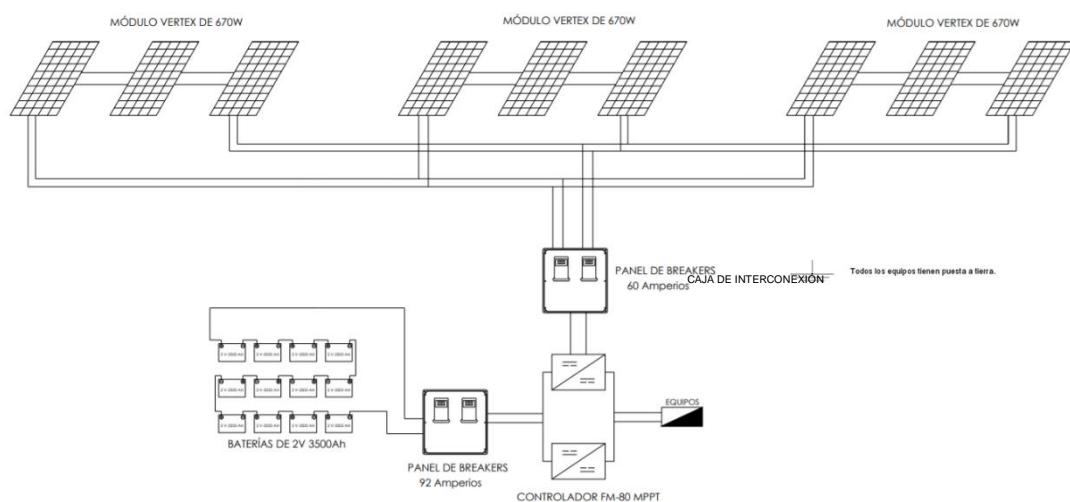


Figura 3. 22: Diseño fotovoltaico de 9 módulos en Montecristi.  
Fuente: Elaborado por el Autor.

El segundo sistema fotovoltaico tiene los siguientes equipos: 4 Transreceptores VHF/DSC/C.P., 1 controlador SC4 y 1 Multiacoplador VHF. Su consumo diario es de 2426,66 Wh con un 30% de factor de protección y su demanda máxima es de 65,55 W. En la figura 3.23. se procedió a la instalación de los equipos en el sitio, empezando con armar la estructura de aluminio en donde se colocarían los paneles solares cuyas dimensiones son de 2384mm X 1303mm de modelo Vertex (trina solar) de 670 W con  $V_{oc}=45,7$  V y  $I_{sc}=18,5$  A, estos paneles fueron colocados en 1 grupo de 1 panel solar para así completar un total de 1 panel, esto nos ayudaría a la interconexión de estos con cable concéntrico número 10, luego se concentraría en una caja de acero inoxidable. Los mismos llegan a una caja de breaker con un breaker interno de 4 A y a su vez llegan a 1 controlador de

modelo FM-80 Charger Controller MPPT de  $V=150\text{ V}$  y  $I=80\text{ A}$ . Los equipos toman energía desde la caja concentradora por medio de dos pares de cables No 2 súper flex por el cual circulará una corriente no mayor a  $8\text{ A}$ , estos se conectan a borneras independientes a cada controlador, estos equipos están protegidos por medio de dos breakers de  $10\text{ A}$  instalados en la caja concentradora, adicional están instalados los cables de comunicación para cada controlador, los puntos de temperatura y el censo de voltaje protegido por fusible de  $2\text{ A}$ . Desde esta segunda caja concentradora se alimentan las baterías de modelo 4OPzV de  $2\text{ V}$   $240\text{ Ah}$  instaladas en serie lo cual suma el voltaje a  $24\text{ Vdc}$ , pero la corriente sigue siendo  $240\text{ Ah}$  y un inversor de modelo TGHY  $4000\text{ W}$  de energía solar de  $24\text{ Vdc}$  a  $110\text{ Vac}$ , onda sinusoidal pura del  $95\%$  de eficiencia, los cables utilizados son los adecuados para no tener pérdidas en los momentos de cargar las baterías y emanar corriente a la carga.

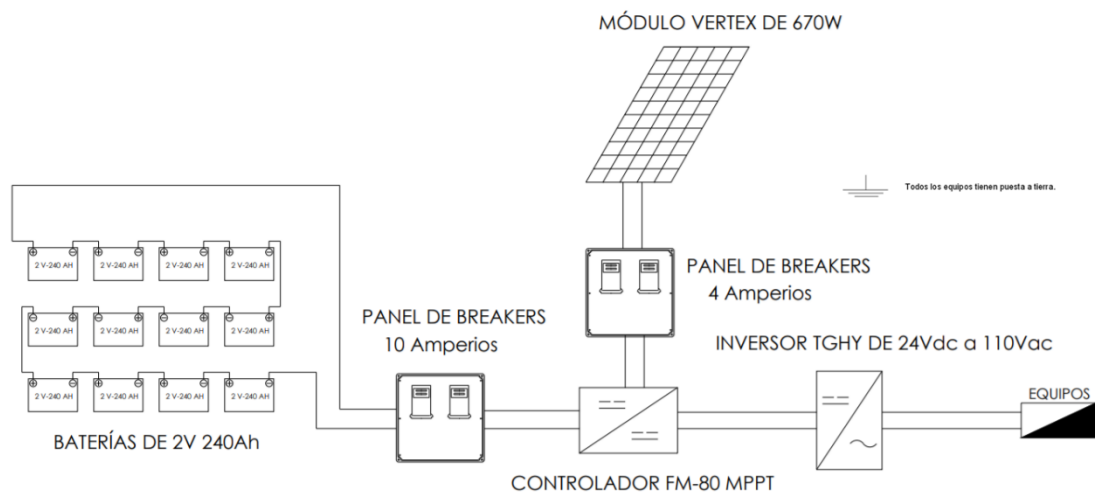


Figura 3. 23: Diseño fotovoltaico de 1 módulo en Montecristi.  
Fuente: Elaborado por el Autor.

### 3.3.10. Estación VHF/DSC Cabuyas.

En esta Estación VHF/DSC se diseñarán 2 sistemas fotovoltaicos.

El primer sistema fotovoltaico tiene los siguientes equipos: 1 IP Switch, 1 Ethernet Switch, 4 Radioenlace 1+1, 1 Router Switch, 2 Balizas de señalización, 3 puntos de iluminación en Caseta, 2 fuente de poder  $110\text{ Vac} - 12\text{ Vdc}$  para transceiver at  $10/90\text{ Duty Cycle}$  y 4 Inversores  $24\text{ Vdc}$  a  $110\text{ Vac}$ . Su consumo diario es de  $52348,85\text{ Wh}$  con un  $30\%$  de factor de protección y su demanda máxima es de  $1389,02\text{ W}$ . En la figura 3.24. se procedió a la

instalación de los equipos en el sitio, empezando con armar la estructura de aluminio en donde se colocarían los paneles solares cuyas dimensiones son de 2384mm X 1303mm de modelo Vertex (trina solar) de 670 W con  $V_{oc}=45,7$  V y  $I_{sc}=18,5$  A, estos paneles fueron colocados en 3 grupos de 3 paneles solares (cada grupo) para así completar un total de 9 paneles, en donde el cable para su conexión es un cable concéntrico número 10, luego se concentraría en una caja de acero inoxidable. Los mismos llegan a una caja de breakers con dos breakers internos de 60 A cada uno que a su vez alimentaran a los 2 controladores de modelo FM-80 Charger Controller MPPT de  $V=150$  V y  $I=80$  A cada una. Los equipos dentro de la caseta y las baterías toman energía desde la caja concentradora por medio de dos pares de cables No 2 súper flex por el cual circulará una corriente no mayor a 90 A, estos equipos están protegidos por medio de dos breakers de 92 A instalados en la caja concentradora, adicional están instalados los cables de comunicación para cada controlador, los puntos de temperatura y el censo de voltaje protegido por fusible de 2 A. Desde esta segunda caja concentradora se alimentan las baterías de modelo 24OPzV de 2 V 3500 Ah instaladas en serie lo cual suma el voltaje a 24 Vdc, pero la corriente sigue siendo 3500 Ah, los cables utilizados son los adecuados para no tener pérdidas en los momentos de cargar las baterías y emanar corriente a la carga.

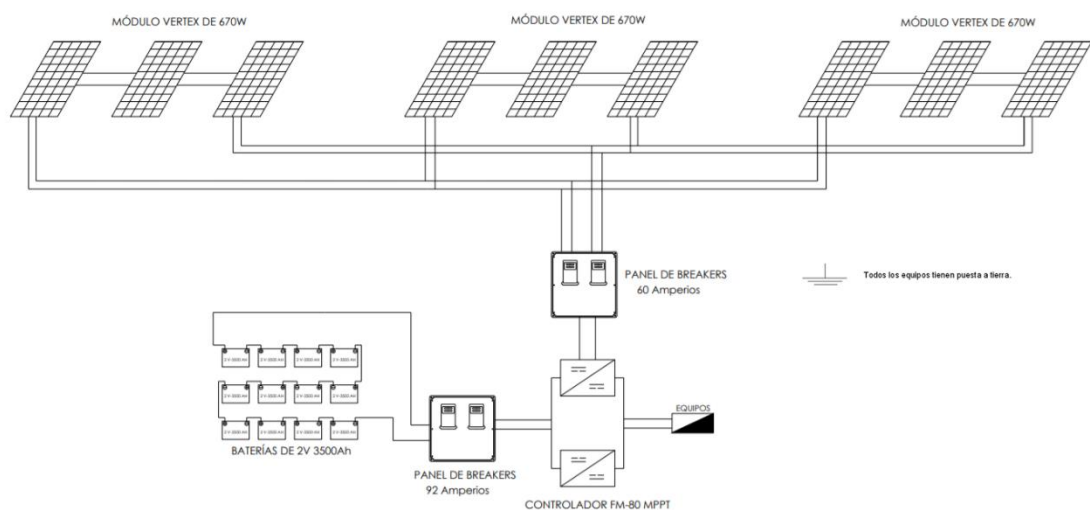


Figura 3. 24: Diseño fotovoltaico de 9 módulos en Cabuyas.

Fuente: Elaborado por el Autor.

El segundo sistema fotovoltaico tiene los siguientes equipos: 4 Transreceptores VHF/DSC/C.P., 1 controlador SC4 y 1 Multiacoplador VHF.

Su consumo diario es de 2426,66 Wh con un 30% de factor de protección y su demanda máxima es de 65,55 W. En la figura 3.25. se procedió a la instalación de los equipos en el sitio, empezando con armar la estructura de aluminio en donde se colocarían los paneles solares cuyas dimensiones son de 2384mm X 1303mm de modelo Vertex (trina solar) de 670 W con  $V_{oc}=45,7$  V y  $I_{sc}=18,5$  A, estos paneles fueron colocados en 1 grupo de 1 panel solar para así completar un total de 1 panel, esto nos ayudaría a la interconexión de estos con cable concéntrico número 10, luego se concentraría en una caja de acero inoxidable. Los mismos llegan a una caja de breaker con un breaker interno de 4 A y a su vez llegan a 1 controlador de modelo FM-80 Charger Controller MPPT de  $V=150$  V y  $I=80$  A. Los equipos toman energía desde la caja concentradora por medio de dos pares de cables No 2 súper flex por el cual circulará una corriente no mayor a 8 A, estos se conectan a borneras independientes a cada controlador, estos equipos están protegidos por medio de dos breakers de 10 A instalados en la caja concentradora, adicional están instalados los cables de comunicación para cada controlador, los puntos de temperatura y el censo de voltaje protegido por fusible de 2 A. Desde esta segunda caja concentradora se alimentan las baterías de modelo 40PzV de 2 V 240 Ah instaladas en serie lo cual suma el voltaje a 24 Vdc, pero la corriente sigue siendo 240 Ah y un inversor de modelo TGHY 4000 W de energía solar de 24 Vdc a 110 Vac, onda sinusoidal pura del 95% de eficiencia, los cables utilizados son los adecuados para no tener pérdidas en los momentos de cargar las baterías y emanar corriente a la carga.

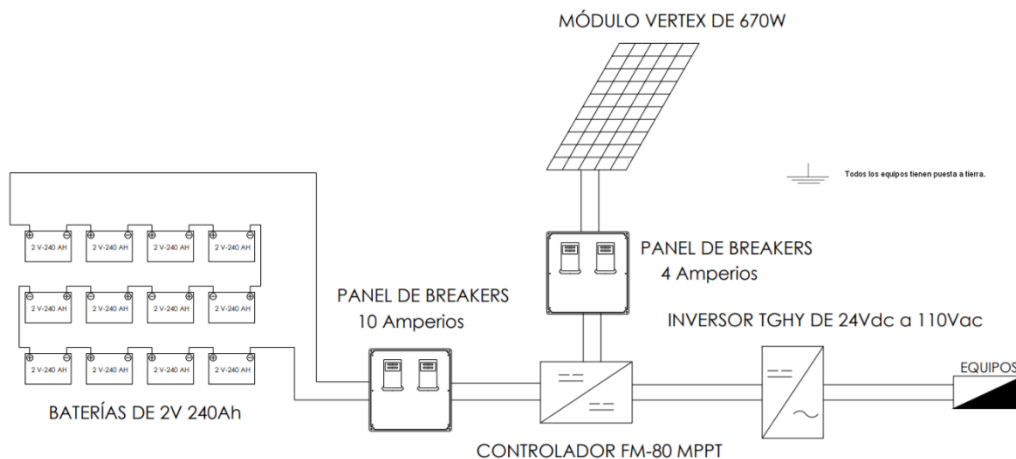


Figura 3. 25: Diseño fotovoltaico de 1 módulo en Cabuyas.

Fuente: Elaborado por el Autor.

### **3.3.11. Estación VHF/DSC Salinas.**

En esta Estación VHF/DSC se diseñarán 2 sistemas fotovoltaicos.

El primer sistema fotovoltaico tiene los siguientes equipos: 1 IP Switch, 1 Ethernet Switch, 4 Radioenlace 1+1, 1 Router Switch, 2 Balizas de señalización, 3 puntos de iluminación en Caseta, 2 fuente de poder 110 Vac - 12 Vdc para transceiver at 10/90 Duty Cycle y 4 Inversores 24 Vdc a 110 Vac. Su consumo diario es de 52348,85 Wh con un 30% de factor de protección y su demanda máxima es de 1389,02 W. En la figura 3.26. se procedió a la instalación de los equipos en el sitio, empezando con armar la estructura de aluminio en donde se colocarían los paneles solares cuyas dimensiones son de 2384mm X 1303mm de modelo Vertex (trina solar) de 670 W con  $V_{oc}=45,7$  V y  $I_{sc}=18,5$  A, estos paneles fueron colocados en 3 grupos de 3 paneles solares (cada grupo) para así completar un total de 9 paneles, en donde el cable para su conexión es un cable concéntrico número 10, luego se concentraría en una caja de acero inoxidable. Los mismos llegan a una caja de breakers con dos breakers internos de 60 A cada uno que a su vez alimentaran a los 2 controladores de modelo FM-80 Charger Controller MPPT de  $V=150$  V y  $I=80$  A cada una. Los equipos dentro de la caseta y las baterías toman energía desde la caja concentradora por medio de dos pares de cables No 2 súper flex por el cual circulará una corriente no mayos a 90 A, estos equipos están protegidos por medio de dos breakers de 92 A instalados en la caja concentradora, adicional están instados los cables de comunicación para cada controlador, los puntos de temperatura y el censo de voltaje protegido por fusible de 2 A. Desde esta segunda caja concentradora se alimentan las baterías de modelo 24OPzV de 2 V 3500 Ah instaladas en serie lo cual suma el voltaje a 24 Vdc, pero la corriente sigue siendo 3500 Ah, los cables utilizados son los adecuados para no tener pérdidas en los momentos de cagar las baterías y emanar corriente a la carga.

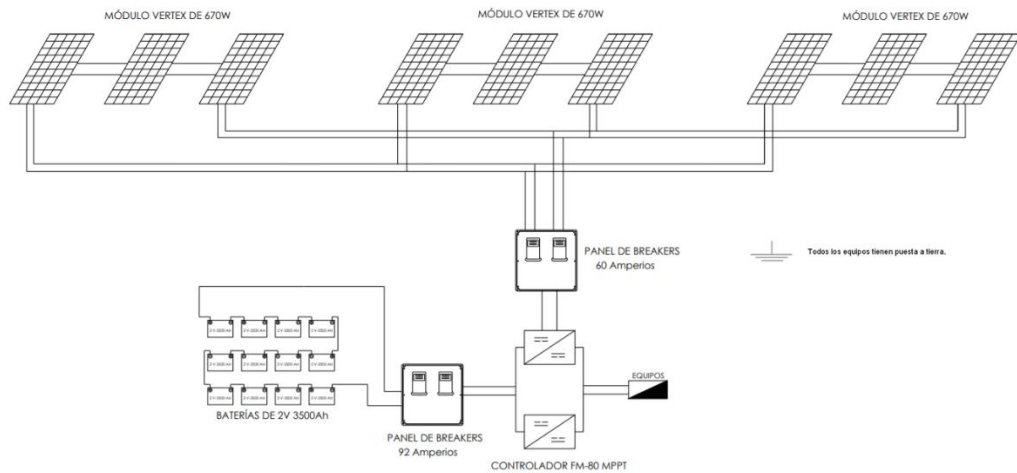


Figura 3. 26: Diseño fotovoltaico de 9 módulos en Salinas.  
Fuente: Elaborado por el Autor.

El segundo sistema fotovoltaico tiene los siguientes equipos: 4 Transreceptores VHF/DSC/C.P., 1 controlador SC4 y 1 Multiacoplador VHF. Su consumo diario es de 2426,66 Wh con un 30% de factor de protección y su demanda máxima es de 65,55 W. En la figura 3.27. se procedió a la instalación de los equipos en el sitio, empezando con armar la estructura de aluminio en donde se colocarían los paneles solares cuyas dimensiones son de 2384mm X 1303mm de modelo Vertex (trina solar) de 670 W con  $V_{oc}=45,7$  V y  $I_{sc}=18,5$  A, estos paneles fueron colocados en 1 grupo de 1 panel solar para así completar un total de 1 panel, esto nos ayudaría a la interconexión de estos con cable concéntrico número 10, luego se concentraría en una caja de acero inoxidable. Los mismos llegan a una caja de breaker con un breaker interno de 4 A y a su vez llegan a 1 controlador de modelo FM-80 Charger Controller MPPT de  $V=150$  V y  $I=80$  A. Los equipos toman energía desde la caja concentradora por medio de dos pares de cables No 2 súper flex por el cual circulará una corriente no mayor a 8 A, estos se conectan a borneras independientes a cada controlador, estos equipos están protegidos por medio de dos breakers de 10 A instalados en la caja concentradora, adicional están instalados los cables de comunicación para cada controlador, los puntos de temperatura y el censo de voltaje protegido por fusible de 2 A. Desde esta segunda caja concentradora se alimentan las baterías de modelo 40PzV de 2 V 240 Ah instaladas en serie lo cual suma el voltaje a 24 Vdc, pero la corriente sigue siendo 240 Ah y un inversor de modelo TGHY 4000 W de energía solar de 24 Vdc a 110 Vac,

onda sinusoidal pura del 95% de eficiencia, los cables utilizados son los adecuados para no tener pérdidas en los momentos de cargar las baterías y emanar corriente a la carga.

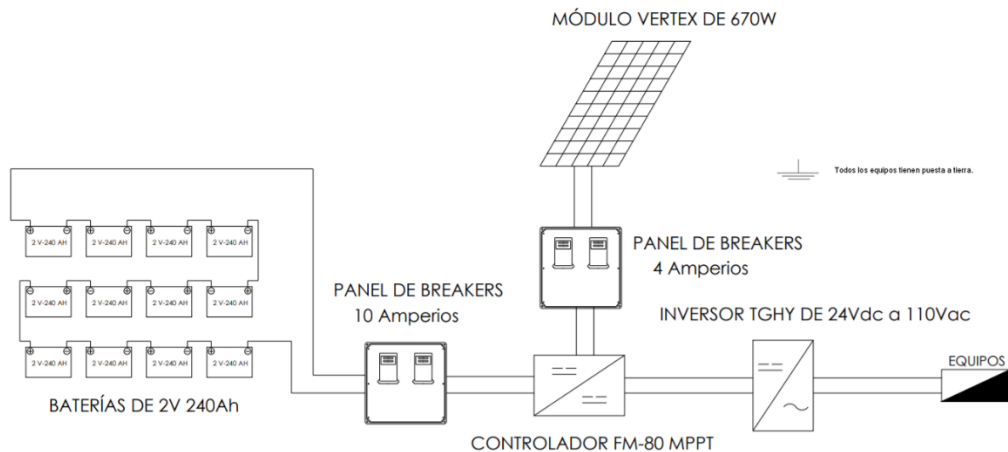


Figura 3. 27: Diseño fotovoltaico de 1 módulo en Salinas.  
Fuente: Elaborado por el Autor.

### 3.3.12. Estación VHF/DSC Hierbabuena.

En esta Estación VHF/DSC se diseñarán 2 sistemas fotovoltaicos.

El primer sistema fotovoltaico tiene los siguientes equipos: 1 IP Switch, 1 Ethernet Switch, 4 Radioenlace 1+1, 1 Router Switch, 2 Balizas de señalización, 3 puntos de iluminación en Caseta, 2 fuente de poder 110 Vac - 12 Vdc para transceiver at 10/90 Duty Cycle y 4 Inversores 24 Vdc a 110 Vac. Su consumo diario es de 52348,85 Wh con un 30% de factor de protección y su demanda máxima es de 1389,02 W. En la figura 3.28. se procedió a la instalación de los equipos en el sitio, empezando con armar la estructura de aluminio en donde se colocarían los paneles solares cuyas dimensiones son de 2384mm X 1303mm de modelo Vertex (trina solar) de 670 W con  $V_{oc}=45,7$  V y  $I_{sc}=18,5$  A, estos paneles fueron colocados en 3 grupos de 3 paneles solares (cada grupo) para así completar un total de 9 paneles, en donde el cable para su conexión es un cable concéntrico número 10, luego se concentraría en una caja de acero inoxidable. Los mismos llegan a una caja de breakers con dos breakers internos de 60 amperios cada uno que a su vez alimentarían a los 2 controladores de modelo FM-80 Charger Controller MPPT de  $V=150$  V y  $I=80$  A cada uno. Los equipos dentro de la caseta y las baterías toman energía desde la caja concentradora por medio de dos pares de cables No 2 súper flex por el cual circulará una corriente no mayor a

90 A, estos equipos están protegidos por medio de dos breakers de 92 A instalados en la caja concentradora, adicional están instalados los cables de comunicación para cada controlador, los puntos de temperatura y el censo de voltaje protegido por fusible de 2 amperios. Desde esta segunda caja concentradora se alimentan las baterías de modelo 24OPzV de 2 V 3500 Ah instaladas en serie lo cual suma el voltaje a 24 Vdc, pero la corriente sigue siendo 3500 Ah, los cables utilizados son los adecuados para no tener pérdidas en los momentos de cargar las baterías y emanar corriente a la carga.

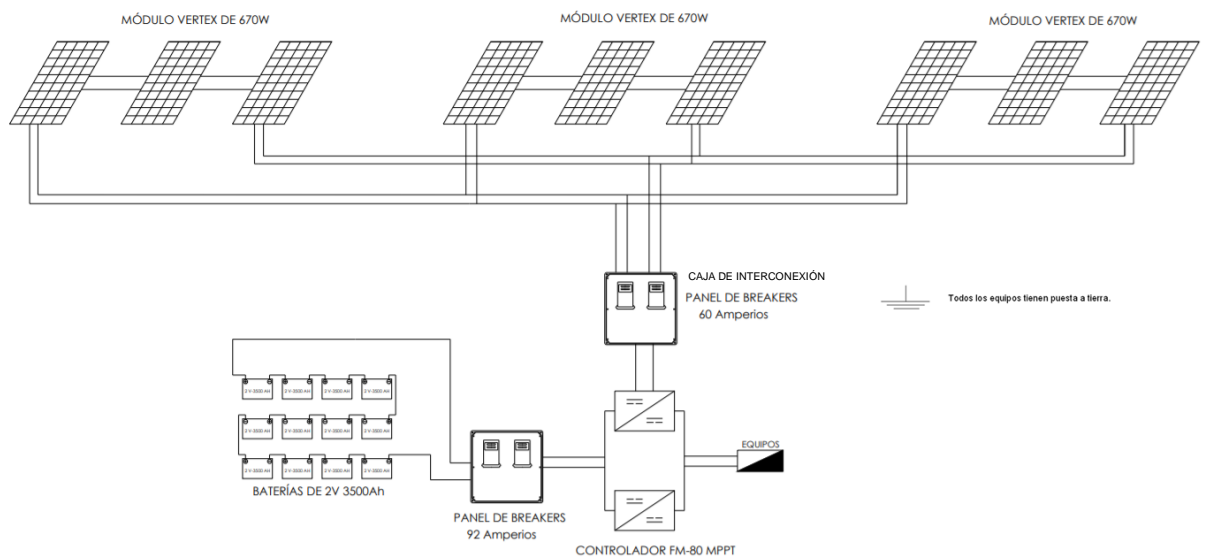


Figura 3. 28: Diseño fotovoltaico de 9 módulos en Hierbabuena.  
Fuente: Elaborado por el Autor.

El segundo sistema fotovoltaico tiene los siguientes equipos: 4 Transreceptores VHF/DSC/C.P., 1 controlador SC4 y 1 Multiacoplador VHF. Su consumo diario es de 2426,66 Wh con un 30% de factor de protección y su demanda máxima es de 65,55 W. En la figura 3.29. se procedió a la instalación de los equipos en el sitio, empezando con armar la estructura de aluminio en donde se colocarían los paneles solares cuyas dimensiones son de 2384mm X 1303mm de modelo Vertex (trina solar) de 670 W con  $V_{oc}=45,7$  V y  $I_{sc}=18,5$  A, estos paneles fueron colocados en 1 grupo de 1 panel solar para así completar un total de 1 panel, esto nos ayudaría a la interconexión de estos con cable concéntrico número 10, luego se concentraría en una caja de acero inoxidable. Los mismos llegan a una caja de breaker con un breaker interno de 4 amperios y a su vez llegan a 1



controlador de modelo FM-80 Charger Controller MPPT de  $V=150\text{ V}$  y  $I=80\text{ A}$ . Los equipos toman energía desde la caja concentradora por medio de dos pares de cables No 2 súper flex por el cual circulará una corriente no mayor a 8 amperios, estos se conectan a borneras independientes a cada controlador, estos equipos están protegidos por medio de dos breakers de 10 amperios instalados en la caja concentradora, adicional están instalados los cables de comunicación para cada controlador, los puntos de temperatura y el censo de voltaje protegido por fusible de 2 amperios. Desde esta segunda caja concentradora se alimentan las baterías de modelo 40PzV de  $2\text{ V } 240\text{ Ah}$  instaladas en serie lo cual suma el voltaje a  $24\text{ Vdc}$ , pero la corriente sigue siendo  $240\text{ Ah}$  y un inversor de modelo TGHY 4000 W de energía solar de  $24\text{ Vdc}$  a  $110\text{ Vac}$ , onda sinusoidal pura del 95% de eficiencia, los cables utilizados son los adecuados para no tener pérdidas en los momentos de cargar las baterías y emanar corriente a la carga.

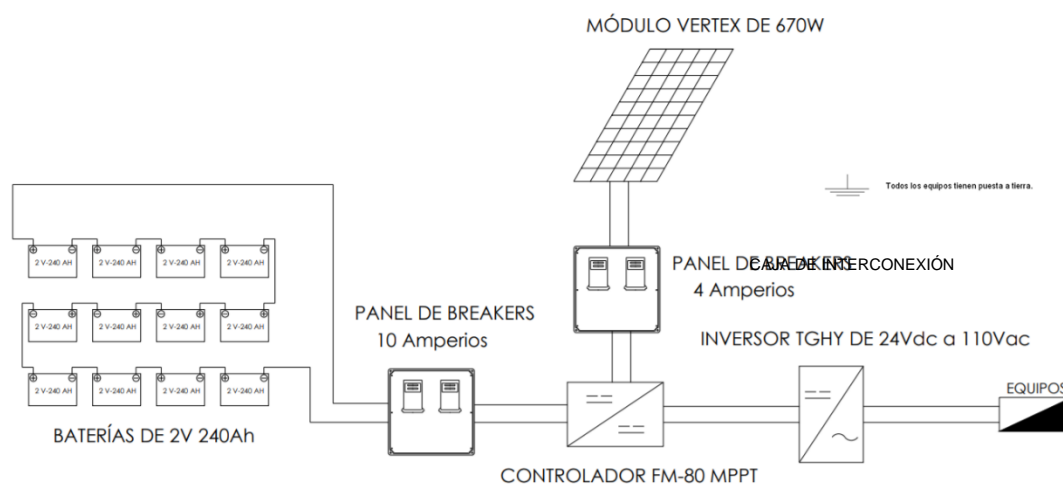


Figura 3. 29: Diseño fotovoltaico de 1 módulo en Hierbabuena.  
Fuente: Elaborado por el Autor.

### 3.4. Tabla de descripción de los equipos en los sistemas de energía.

Tabla 3. 2: Estaciones MF/HF implementando sistemas de energía.

Estación Costera Continental				
Ítem	Estación	Localidad/Provincia	Equipos	Sistemas de Energía
1	COSTERA CONTROL REMOTO	MANTA-MANABÍ	COMPUTADORES DE CONTROL OPERATIVO DEL SISTEMA; RECEPTORES EN CANALES DE EMERGENCIAS; EQUIPOS	U.P.S., GRUPO ELECTRÓGENO, INSTALACIONES ELÉCTRICAS, TRANSFORMADOR

			SATELITALES; RECEPTORES NAVTEX Y CONSOLA DE COMUNICACIONES.	DE AISLAMIENTO EN AC
2	ESTACIÓN DE TRANSMISORES 1000W MF/HF	JARAMIJÓ - MANABÍ	02 TRANSMISORES HF Y 02 TRANSMISORES MF, RADIO ENLACE.	U.P.S., GRUPO ELECTRÓGENO, INSTALACIONES ELÉCTRICAS, TRANSFORMADOR DE AISLAMIENTO EN AC; TRANSFORMADOR DE ALTA A BAJA.
<b>Estación Costera Insular (Galápagos)</b>				
1	COSTERA CONTROL REMOTO	PUERTO AYORA- ISLA SANTA CRUZ	COMPUTADORES DE CONTROL OPERATIVO DEL SISTEMA; RECEPTORES EN CANALES DE EMERGENCIAS; EQUIPOS SATELITALES; RECEPTORES NAVTEX Y CONSOLA DE COMUNICACIONES.	U.P.S., GRUPO ELECTRÓGENO, INSTALACIONES ELÉCTRICAS, TRANSFORMADOR DE AISLAMIENTO EN AC
2	ESTACIÓN DE TRANSMISORES 1000W MF/HF	BELLAVISTA-ISLA SANTA CRUZ	02 TRANSMISORES HF Y UN TRANSMISOR MF, RADIO ENLACE.	U.P.S., GRUPO ELECTRÓGENO, INSTALACIONES ELÉCTRICAS, TRANSFORMADOR DE AISLAMIENTO EN AC; TRANSFORMADOR DE ALTA A BAJA.

### **3.5. Diseño de los Sistemas Eléctricos en cada Estación MF/HF y Control Remota.**

#### **3.5.1. Estación Costera Manta-Manabí.**

En esta estación se dispondrán de los siguientes equipos eléctricos: 12 receptores, 12 módems, 2 multiacopladores VHF, 6 computadoras de escritorio, 4 controladores SC4, 2 IP Switch, 2 Ethernet Switch, 4 radioenlaces 1+1, 2 routers Switch e instalaciones eléctricas. El total de carga integrando un 30% de reserva es de 9100,36 W. En la figura 3.30. se dispondrá a instalar un grupo electrógeno de marca K10M IV-SDMO con una capacidad de generación de 10 kW/10 kVA, un UPS de tipo Smart-UPS RT de APC con una capacidad de 12 kW/15 kVA con 230 V con una capacidad máxima utilizada del 95% con 4 baterías de reserva con un tiempo de funcionamiento de 9 minutos y 2 segundos ya que la potencia aparente necesaria del sistema es de 11375,45 VA.

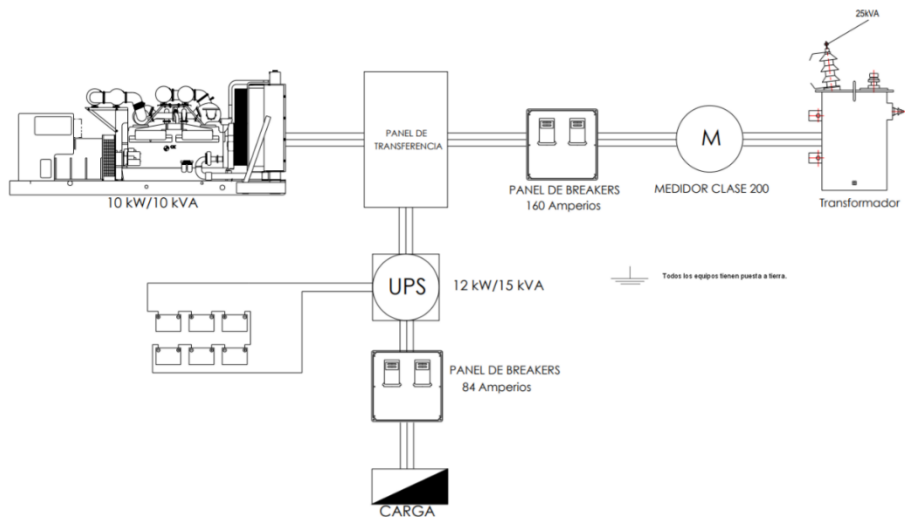


Figura 3. 30: Diseño del grupo electrógeno en Manta-Manabí.  
Fuente: Elaborado por el Autor.

### 3.5.2. Estación MF/HF Jaramijó-Manabí.

En esta estación se dispondrán de los siguientes equipos eléctricos: 4 Transreceptores VHF/DSC/C.P., 1 controlador SC4, 1 IP Switch, 1 Ethernet Switch, 2 Radioenlaces 1+1, 1 router Switch e instalaciones eléctricas. El total de carga integrando un 30% de reserva es de 16885,73 W. En la figura 3.31. se dispondrá a instalar un grupo electrógeno de marca J20UM IV-SDMO con una capacidad de generación de 20 kW/20 kVA, un UPS de tipo Smart-UPS RT de APC con una capacidad de 25 kW/25 kVA con 230 V con una capacidad máxima utilizada del 84% con 6 baterías de reserva con un tiempo de funcionamiento de 3 minutos y 12 segundos ya que la potencia aparente necesaria del sistema es de 21107,17 VA.

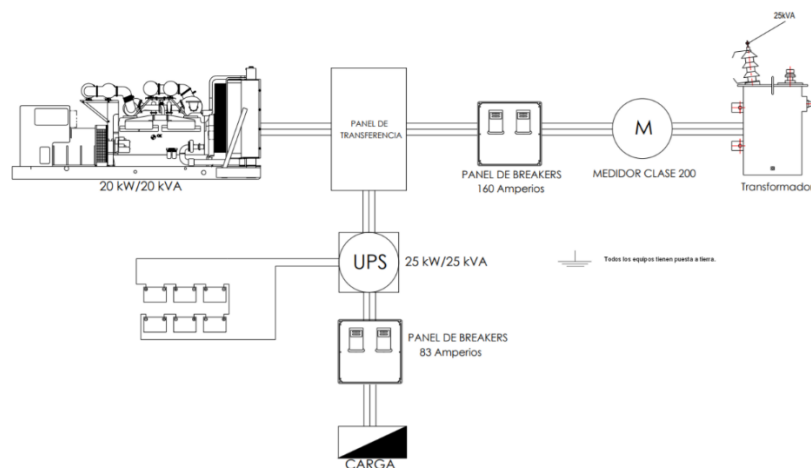


Figura 3. 31: Diseño del grupo electrógeno en Jaramijó-Manabí.  
Fuente: Elaborado por el Autor.

### 3.5.3. Estación Costera Puerto Ayora.

En esta estación se dispondrán de los siguientes equipos eléctricos: 12 receptores, 10 módems, 2 multiacopladores VHF, 6 computadoras de escritorio, 4 controladores SC4, 2 IP Switch, 2 Ethernet Switch, 4 radioenlaces 1+1, 2 routers Switch e instalaciones eléctricas. El total de carga integrando un 30% de reserva es de 8955,92 W. En la figura 3.32. se dispondrá a instalar un grupo electrógeno de marca K10M IV-SDMO con una capacidad de generación de 10 kW/10 kVA, un UPS de tipo Smart-UPS RT de APC con una capacidad de 12 kW/15 kVA con 230 V con una capacidad máxima utilizada del 75% con 4 baterías de reserva con un tiempo de funcionamiento de 13 minutos ya que la potencia aparente necesaria del sistema es de 11194,9 VA.

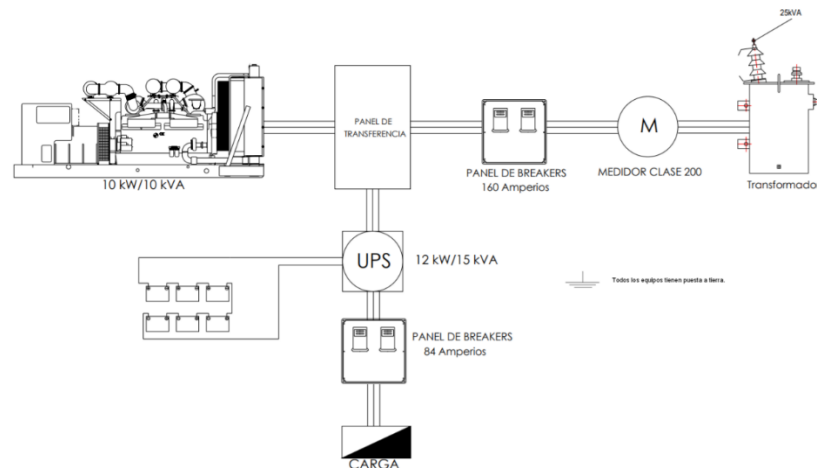


Figura 3. 32: Diseño del grupo electrógeno en Puerto Ayora.

Fuente: Elaborado por el Autor.

### 3.5.4. Estación MF/HF Bellavista.

En esta estación se dispondrán de los siguientes equipos eléctricos: 3 Transreceptores VHF/DSC/C.P., 1 controlador SC4, 1 IP Switch, 1 Ethernet Switch, 2 Radioenlaces 1+1, 1 router Switch e instalaciones eléctricas. El total de carga integrando un 30% de reserva es de 13635,73 W. En la figura 3.33. se dispondrá a instalar un grupo electrógeno de marca T16UM IV- SDMO con una capacidad de generación de 15 kW/15 kVA, un UPS de tipo Smart-UPS RT de APC con una capacidad de 20 kW/20 kVA con 230 V con una capacidad máxima utilizada del 85% con 6 baterías de reserva con un tiempo de funcionamiento de 4 minutos y 12 segundos ya que la potencia aparente necesaria del sistema es de 17044,67 VA.

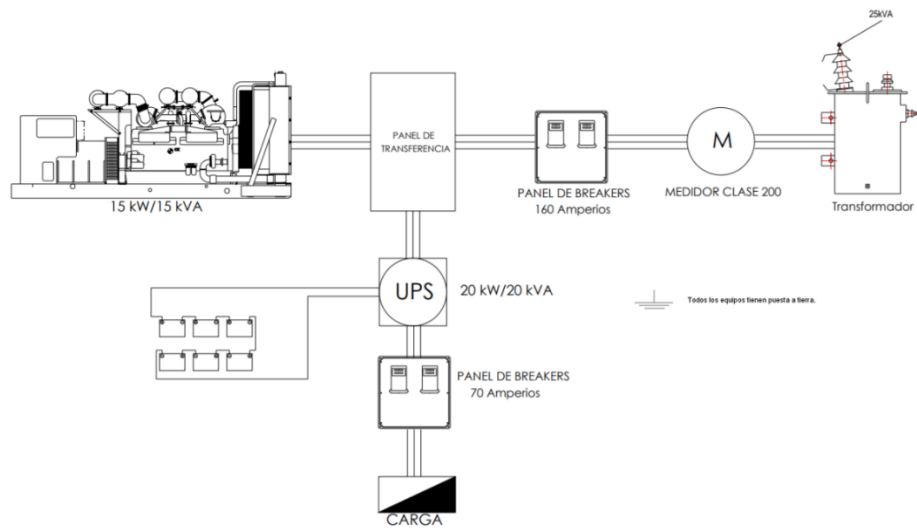


Figura 3. 33: Diseño del grupo electrógeno en Bellavista.  
Fuente: Elaborado por el Autor.

## **CAPITULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

### **4.1 Conclusiones.**

1. El diseño de los sistemas de alimentación, protección y respaldo de energía, de las Estaciones Costeras y Estaciones Remotas VHF y MF/HF, del sector Insular de Galápagos y Litoral Continental, permitirá el conocer el esquema adecuado para proteger y mantener en operación ininterrumpida, los 360 días del año, 24 horas del día, los equipos de comunicaciones MF/HF, VHF y Satelitales, en beneficio de la seguridad marítima y por ende la seguridad de la vida humana en el mar.
2. El Diseño de los sistemas fotovoltaicos de las estaciones remotas VHF del sector Litoral Continental en el cerro Chilla (El oro), cerro Salinas (Santa Elena), cerro Bola Oro (Pto. López-Manabí), cerro Jaboncillo (Portoviejo-Manabí), cerro Loma de Vientos (Bahía de Caráquez-Manabí), cerro Nueve (Jama-Manabí), cerro Don Juan (Sua-Esmeraldas) y en el cerro Zapallo (Esmeraldas); y en las estaciones remotas VHF del sector Insular (Galápagos) en el cerro Crocker (Isla Santa Cruz), cerro San Joaquín (Isla San Cristóbal), cerro Sierra Negra (Isla Isabela) y en el cerro Asilo de la Paz (Isla Floreana), permitirá conocer los requerimientos de energía renovables y de esta forma mantener de forma ininterrumpida la operación de los equipos de comunicaciones.
3. El diseño de los sistemas de respaldo de energía como UPS, Grupo Electrónico, Instalaciones Eléctricas, Transformador de aislamiento en AC, transformadores de alta a baja, en la Estación de transmisión MF/HF del sector Continental en Jaramijó (Manabí) y la Estación de transmisión MF/HF del sector Insular (Galápagos) en Bellavista (Isla Santa Cruz). permitirá conocer los requerimientos de energía renovables y de esta forma mantener de forma ininterrumpida la operación de los equipos de comunicaciones.
4. El diseño de los sistemas de respaldo de energía como UPS, Grupo Electrónico, Instalaciones Eléctricas, Transformador de aislamiento en

AC, en la Estación costera de control remoto del sector Continental en Manta (Manabí) y en las Estación costera de control remoto del sector Insular (Galápagos) en Puerto Ayora (Isla Santa Cruz). permitirá conocer los requerimientos de energía renovables y de esta forma mantener de forma ininterrumpida la operación de los equipos de comunicaciones.

5. El diseño de grupo electrógeno y UPS de las Estaciones Costeras y Estaciones MF/HF, basados en los cortos periodos de cortes de energías, impide que se genere un impacto ambiental tanto en Galápagos como en el continente, todo el sistema diseñado, es amigable con el medio ambiente.

#### **4.2 Recomendaciones.**

1. Una vez implementados los sistemas de alimentación, protección y respaldo de energía, de las Estaciones Costeras y Estaciones Remotas VHF y MF/HF, del sector Insular de Galápagos y Litoral Continental, mantener un plan de mantenimiento de 3, 6 y 12 meses, con el lavado de paneles solares, chequeo y limpieza de bornes de conexiones de baterías, mantenimiento de controladores de carga, inversores, etc., verificación de los parámetros técnicos que entrega el inversor y controlador de carga.
2. El realizar el mantenimiento de los sistemas de respaldo de energía de las Estaciones MF/HF, de acuerdo a lo siguiente:
  - a. UPS: mantener libre de polvo y medir/registrar parámetros técnicos, cada 3 meses. Renovar baterías cada dos años o de acuerdo a lo que indique el ups.
  - b. Grupo Electrónico: Mantenimiento de filtros, limpieza del generador, verificar nivel de agua destilada de la batería de arranque, medición/registro de parámetros técnicos que indica el panel de transferencia, medir nivel de aceite y refrigerante (no utilizar agua), medir el nivel de combustible del reservorio (mantener siempre lleno); Cambio de batería cada año; Cambio

de aceite a las 20 horas de uso por primera vez y después cada 50 horas, incluye filtro de aceite, aire y combustible. Tanto para el mantenimiento y overhoul del generador, se debe verificar las indicaciones del fabricante.



## Anexos

### ➤ Cálculo Excel en la Estación VHF/DSC San Joaquín.

SISTEMA FOTOVOLTAICO 1									
SISTEMA ESTACIONES VHF/DSC SAN JOAQUIN									
Equipos	Cantidad	Potencia Aparente	Eficiencia	Potencia de cada Equipo	Voltaje		Horas	Consumo Diario	Demanda Máxima
		VA	%	W	Vac	Vdc		Wh	W
IP Switch	1	9,89	0,8	12,3625	110		12	148,35	12,3625
Ethernet Switch	1	69	0,9	76,66667	110		12	920	76,66667
Radioenlace 1+1	1	150	0,9	166,6667	110		12	2000	166,6667
Router Switch	1	300	0,9	333,3333	110		12	4000	333,3333
Baliza de señalización	2	60	0,8	75	110		12	1800	75
Iluminación de Caseta	3	200	0,9	222,2222	110		12	8000	222,2222
Convertidor 24Vdc a 110Vdc	1	100	0,8	125	110		12	1500	125
Inversor 24Vdc a 110Vac	4	200	0,9	222,2222		24	12	10666,6667	222,2222
Consumo								29035,0167	1233,473611

<b>CONSUMO DIARIO</b>	CONSUMO DIARIO*FACTOR DE PROTECCION (30%). COMPENSAR PERDIDAS	37745,52 Wh
<b>VOLTAJE DEL SISTEMA</b>	EN ESTE SISTEMA SE RECOMIENDA UTILIZAR UN VOLTAJE DE 24 V	24 V
<b>BREAKER</b>	DEMANDA MÁXIMA/VOLTAJE DEL SISTEMA	51,3947 A
<b>POTENCIA FOTOVOLTAICA</b>	CONSUMO DIARIO/HORA SOLAR MÍNIMA	3145,460 W
<b>TIPO DE MÓDULO</b>	VERTEX 670w (trina solar) Voc=45,7 V y Isc=18,5 A	670 W
<b>NÚMERO DE MÓDULOS</b>	POTENCIA FOTOVOLTAICA/POTENCIA DEL MÓDULO	4,69
<b>TIPO DE CONTROLADOR</b>	2 CONTROLADORES FM-80 CHARGE CONTROLLER MPPT V= 150 Vdc Y I=80 A. PARA SISTEMAS DE 24 V POTENCIA MÁXIMA DE PANELES DE 2500 W	65,5304 A
<b>TIPO DE BATERÍA</b>	BATERÍA 16 OPzV 2300 Ah de 2 V	2 V
<b>Ah/día</b>	CONSUMO DIARIO/VOLTAJE DEL SISTEMA	1572,73 Ah/día
<b>PROFUNDIDAD DE DESCARGA</b>	70%	0,7
<b>DÍAS AUTÓNOMOS</b>	ENTRE 1 A 2 DÍAS	1 día
<b>CAPACIDAD DE BATERIA</b>	CONSUMO DIARIO*DÍAS AUTONOMOS/VOLTAJE DEL SISTEMA*PROFUNDIDAD DE CARGA	2246,757 Ah
<b>BATERIAS EN PARALELO</b>	Ah/DÍA*DÍAS AUTONOMOS/PROFUNDIDAD DE DESCARGA/CAPACIDAD DE BATERIA	1
<b>BATERIAS EN SERIE</b>	VOLTAJE DEL SISTEMA/VOLTAJE DE BATERÍA	12
<b>BATERIAS TOTALES</b>	BATERÍA EN PARALELO*BATERÍA EN SERIE	12

6  
MÓDULO  
S

SISTEMA FOTOVOLTAICO 2									
SISTEMA ESTACIONES VHF/DSC SAN JOAQUIN									
Equipos	Cantidad	Potencia Aparente	Eficiencia	Potencia de cada Equipo	Voltaje		Horas	Consumo Diario	Demanda Máxima
		VA	%	W	Vac	Vdc		Wh	W
Transreceptores VHF/DSC/C.P.	4	24	0,8	30		24	12	1440	30
Controlador SC4	1	10	0,9	11,11111111		24	12	133,333333	11,11111111
Multiacoplador VHF	1	22	0,9	24,44444444		24	12	293,333333	24,44444444
Transreceptor VHF	2	132	0,8	165		12	12	3960	165
Consumo								5836,6667	230,5556

<b>CONSUMO DIARIO</b>	CONSUMO DIARIO*FACTOR DE PROTECCIÓN (30%). PARA COMPENSAR PÉRDIDAS	7574,667 Wh	
<b>VOLTAJE DEL SISTEMA</b>	EN ESTE SISTEMA SE RECOMIENDA UTILIZAR UN VOLTAJE DE 24 V	24 V	
<b>BREAKER</b>	CONSUMO DIARIO/VOLTAJE DEL SISTEMA	9,60 A	
<b>POTENCIA FOTOVOLTAICA</b>	CONSUMO DIARIO/HORA SOLAR MÍNIMA	631,222 W	
<b>TIPO DE MÓDULO</b>	VERTEX 670w (trina solar) Voc=45,7 V y Isc=18,5 A	670 W	
<b>NÚMERO DE MÓDULOS</b>	POTENCIA FOTOVOLTAICA/POTENCIA DEL MÓDULO	1	
<b>TIPO DE CONTROLADOR</b>	1 CONTROLADOR FM-80 CHARGE CONTROLLER MPPT V=150 Vdc Y I=80 A. PARA SISTEMAS DE 24 V POTENCIA MÁXIMA DE PANELES DE 2500 W	26,30 A	1 MÓDULO
<b>TIPO DE INVERSOR</b>	TGHY 4000 W INVERSOR DE ENERGÍA SOLAR DE 4000 W, 24/48 Vdc A 110/220 Vac, ONDA SINUSOIDAL PURA CON 95% DE EFICIENCIA	0,95	
<b>TIPO DE BATERIA</b>	BATERIA 5 OPzV 300 Ah de 2 V	2 V	
<b>Ah/día</b>	CONSUMO DIARIO/EFICIENCIA DEL INVERSOR/VOLTAJE DEL SISTEMA	332,22 Ah/día	
<b>PROFUNDIDAD DE DESCARGA</b>	70%	0,7	
<b>DÍAS AUTÓNOMOS</b>	ENTRE 1 A 2 DÍAS	1 día	
<b>CAPACIDAD DE BATERIA</b>	CONSUMO DIARIO*DÍAS AUTONOMOS/VOLTAJE DEL SISTEMA*PROFUNDIDAD DE CARGA	450,87 Ah	
<b>BATERIAS EN PARALELO</b>	Ah/DÍA*DÍAS AUTONOMOS/PROFUNDIDAD DE DESCARGA/CAPACIDAD DE BATERIA	1	
<b>BATERIAS EN SERIE</b>	VOLTAJE DEL SISTEMA/VOLTAJE DE BATERIA	12	
<b>BATERIAS TOTALES</b>	BATERIA EN PARALELO*BATERIA EN SERIE	12	

➤ Cálculo Excel en la Estación VHF/DSC Sierra Negra.

SISTEMA FOTOVOLTAICO 1									
SISTEMA ESTACIONES VHF/DSC SIERRA NEGRA									
Equipos	Cantidad	Potencia Aparente	Eficiencia	Potencia de cada Equipo	Voltaje		Horas	Consumo Diario	Demanda Máxima
		VA	%	W	Vac	Vdc		Wh	W
IP Switch	1	9,89	0,8	12,3625	110		12	148,35	12,3625
Ethernet Switch	1	69	0,9	76,66667	110		12	920	76,66667
Radioenlace 1+1	1	150	0,9	166,66667	110		12	2000	166,66667
Router Switch	1	300	0,9	333,3333	110		12	4000	333,3333
Baliza de señalización	2	60	0,8	75	110		12	1800	75
Iluminación de Caseta	3	200	0,9	222,2222	110		12	8000	222,2222
Convertidor 24Vdc a 110Vdc	1	100	0,8	125	110		12	1500	125
Inversor 24Vdc a 110Vac	4	200	0,9	222,22222		24	12	10666,6667	222,2222
Consumo								29035,0167	1233,473611

<b>CONSUMO DIARIO</b>	CONSUMO DIARIO*FACTOR DE PROTECCION (30%). COMPENSAR PERDIDAS	37745,52 Wh	
<b>VOLTAJE DEL SISTEMA</b>	EN ESTE SISTEMA SE RECOMIENDA UTILIZAR UN VOLTAJE DE 24 V	24 V	
<b>BREAKER</b>	DEMANDA MÁXIMA/VOLTAJE DEL SISTEMA	51,39 A	
<b>POTENCIA FOTOVOLTAICA</b>	CONSUMO DIARIO/HORA SOLAR MÍNIMA	3145,4601 W	
<b>TIPO DE MÓDULO</b>	VERTEX 670w (trina solar) Voc=45,7 V y Isc=18,5 A	670 W	
<b>NÚMERO DE MÓDULOS</b>	POTENCIA FOTOVOLTAICA/POTENCIA DEL MÓDULO	4,69	
<b>TIPO DE CONTROLADOR</b>	2 CONTROLADORES FM-80 CHARGE CONTROLLER MPPT V= 150 Vdc Y I=80 A. PARA SISTEMAS DE 24 V POTENCIA MÁXIMA DE PANELES DE 2500 W	65,53 A	6 MÓDULOS.
<b>TIPO DE BATERÍA</b>	BATERÍA 16 OPzV 2300 Ah de 2 V	2 V	
<b>Ah/día</b>	CONSUMO DIARIO/VOLTAJE DEL SISTEMA	1572,73 Ah/día	
<b>PROFUNDIDAD DE DESCARGA</b>	70%	0,7	
<b>DÍAS AUTÓNOMOS</b>	ENTRE 1 A 2 DÍAS	1 día	
<b>CAPACIDAD DE BATERIA</b>	CONSUMO DIARIO*DÍAS AUTONOMOS/VOLTAJE DEL SISTEMA*PROFUNDIDAD DE CARGA	2246,75 Ah	
<b>BATERÍAS EN PARALELO</b>	Ah/DÍA*DÍAS AUTONOMOS/PROFUNDIDAD DE DESCARGA/CAPACIDAD DE BATERIA	1	
<b>BATERÍAS EN SERIE</b>	VOLTAJE DEL SISTEMA/VOLTAJE DE BATERÍA	12	
<b>BATERÍAS TOTALES</b>	BATERÍA EN PARALELO*BATERÍA EN SERIE	12	

SISTEMA FOTOVOLTAICO 2									
SISTEMA ESTACIONES VHF/DSC SIERRA NEGRA									
Equipos	Cantidad	Potencia	Eficiencia	Potencia de	Voltaje		Horas	Consumo	Demanda
		Aparente		cada Equipo	Vac	Vdc			
		VA	%	W				Wh	W
Transreceptores VHF/DSC/C.P.	4	24	0,8	30		24	12	1440	30
Controlador SC4	1	10	0,9	11,111111		24	12	133,3333	11,1111
Multiacoplador VHF	1	22	0,9	24,444444		24	12	293,3333	24,4444
Transreceptor VHF	2	132	0,8	165		12	12	3960	165
Consumo								5826,667	230,5556

<b>CONSUMO DIARIO</b>	CONSUMO DIARIO*FACTOR DE PROTECCIÓN (30%). PARA COMPENSAR PÉRDIDAS	7574,667 Wh	
<b>VOLTAJE DEL SISTEMA</b>	EN ESTE SISTEMA SE RECOMIENDA UTILIZAR UN VOLTAJE DE 24 V	24 V	
<b>BREAKER</b>	DEMANDA MÁXIMA/VOLTAJE DEL SISTEMA	9,60 A	
<b>POTENCIA FOTOVOLTAICA</b>	CONSUMO DIARIO/HORA SOLAR MÍNIMA	631,222 W	
<b>TIPO DE MÓDULO</b>	VERTEX 670w (trina solar) Voc=45,7 V y Isc=18,5 A	670 W	
<b>NÚMERO DE MÓDULOS</b>	POTENCIA FOTOVOLTAICA/POTENCIA DEL MÓDULO	1	
<b>TIPO DE CONTROLADOR</b>	1 CONTROLADOR FM-80 CHARGE CONTROLLER MPPT V= 150 Vdc Y I=80 A. PARA SISTEMAS DE 24 V POTENCIA MÁXIMA DE PANELES DE 2500 W	26,30 A	1 MÓDULO.
<b>TIPO DE INVERSOR</b>	TGHY 4000 W INVERSOR DE ENERGÍA SOLAR DE 4000 W, 24/48 Vdc A 110/220 Vac, ONDA SINUSOIDAL PURA CON 95% DE EFICIENCIA	0,95	
<b>TIPO DE BATERIA</b>	BATERIA 5 OPzV 300 Ah de 2 V	2 V	
<b>Ah/día</b>	CONSUMO DIARIO/EFICIENCIA DEL INVERSOR/VOLTAJE DEL SISTEMA	332,22 Ah/día	
<b>PROFUNDIDAD DE DESCARGA</b>	70%	0,7	
<b>DÍAS AUTÓNOMOS</b>	ENTRE 1 A 2 DÍAS	1 día	
<b>CAPACIDAD DE BATERIA</b>	CONSUMO DIARIO*DÍAS AUTONOMOS/VOLTAJE DEL SISTEMA*PROFUNDIDAD DE CARGA	450,87 Ah	
<b>BATERIAS EN PARALELO</b>	Ah/DÍA*DÍAS AUTONOMOS/PROFUNDIDAD DE DESCARGA/CAPACIDAD DE BATERIA	1	
<b>BATERIAS EN SERIE</b>	VOLTAJE DEL SISTEMA/VOLTAJE DE BATERIA	12	
<b>BATERIAS TOTALES</b>	BATERIA EN PARALELO*BATERIA EN SERIE	12	

➤ Cálculo Excel en la Estación VHF/DSC Asilo de la Paz.

SISTEMA FOTOVOLTAICO 1									
SISTEMA ESTACIONES VHF/DSC ASILO DE LA PAZ									
Equipos	Cantidad	Potencia	Eficiencia	Potencia de	Voltaje		Horas	Consumo	Demanda
		Aparente			cada Equipo	Vac			
		VA	%	W				Wh	W
IP Switch	1	9,89	0,8	12,3625	110		12	148,35	12,3625
Ethernet Switch	1	69	0,9	76,66667	110		12	920	76,666667
Radioenlace 1+1	1	150	0,9	166,66667	110		12	2000	166,66667
Router Switch	1	300	0,9	333,33333	110		12	4000	333,3333
Baliza de señalización	2	60	0,8	75	110		12	1800	75
Iluminación de Caseta	3	200	0,9	222,2222	110		12	8000	222,222
Convertidor 24Vdc a 110Vdc	1	100	0,8	125	110		12	1500	125
Inversor 24Vdc a 110Vac	4	200	0,9	222,22222		24	12	10666,6667	222,2222
Consumo								29035,0167	1233,47361

<b>CONSUMO DIARIO</b>	CONSUMO DIARIO*FACTOR DE PROTECCION (30%). COMPENSAR PERDIDAS	37745,52 Wh	
<b>VOLTAJE DEL SISTEMA</b>	EN ESTE SISTEMA SE RECOMIENDA UTILIZAR UN VOLTAJE DE 24 V	24 V	
<b>BREAKER</b>	DEMANDA MÁXIMA/VOLTAJE DEL SISTEMA	51,3947 A	
<b>POTENCIA FOTOVOLTAICA</b>	CONSUMO DIARIO/HORA SOLAR MÍNIMA	3145,46 W	
<b>TIPO DE MÓDULO</b>	VERTEX 670w (trina solar) Voc=45,7 V y Isc=18,5 A	670 W	
<b>NÚMERO DE MÓDULOS</b>	POTENCIA FOTOVOLTAICA/POTENCIA DEL MÓDULO	4,694	
<b>TIPO DE CONTROLADOR</b>	3 CONTROLADORES FM-80 CHARGE CONTROLLER MPPT V= 150 Vdc Y I=80 A. PARA SISTEMAS DE 24V POTENCIA MÁXIMA DE PANELES DE 2500 W	65,53 A	6 MÓDULOS.
<b>TIPO DE BATERÍA</b>	BATERÍA 24 OPzV 3500 Ah de 2 V	2 V	
<b>Ah/día</b>	CONSUMO DIARIO/VOLTAJE DEL SISTEMA	1572,73 Ah/día	
<b>PROFUNDIDAD DE DESCARGA</b>	70%	0,7	
<b>DÍAS AUTÓNOMOS</b>	ENTRE 1 A 2 DÍAS	1 día	
<b>CAPACIDAD DE BATERIA</b>	CONSUMO DIARIO*DÍAS AUTONOMOS/VOLTAJE DEL SISTEMA*PROFUNDIDAD DE CARGA	2246,757 Ah	
<b>BATERIAS EN PARALELO</b>	Ah/DÍA*DÍAS AUTONOMOS/PROFUNDIDAD DE DESCARGA/CAPACIDAD DE BATERIA	1	
<b>BATERIAS EN SERIE</b>	VOLTAJE DEL SISTEMA/VOLTAJE DE BATERIA	12	

<b>BATERIAS TOTALES</b>	BATERIA EN PARALELO*BATERIA EN SERIE	12
-------------------------	--------------------------------------	----

SISTEMA FOTOVOLTAICO 2									
SISTEMA ESTACIONES VHF/DSC ASILO DE LA PAZ									
Equipos	Cantidad	Potencia Aparente	Eficiencia	Potencia de cada Equipo	Voltaje		Horas	Consumo Diario	Demanda Máxima
		VA	%	W	Vac	Vdc		Wh	W
Transreceptores VHF/DSC/C.P.	4	24	0,8	30		24	12	1440	30
Controlador SC4	1	10	0,9	11,11111111		24	12	133,33333	11,111111
Multiacoplador VHF	1	22	0,9	24,44444444		24	12	293,33333	24,444444
Transreceptor VHF	2	132	0,8	165		12	12	3960	165
Consumo								5826,6667	230,5556

<b>CONSUMO DIARIO</b>	CONSUMO DIARIO*FACTOR DE PROTECCIÓN (30%). PARA COMPENSAR PÉRDIDAS	7574,667 Wh	
<b>VOLTAJE DEL SISTEMA</b>	EN ESTE SISTEMA SE RECOMIENDA UTILIZAR UN VOLTAJE DE 24 V	24 V	
<b>BREAKER</b>	DEMANDA MÁXIMA/VOLTAJE DEL SISTEMA	9,60 A	
<b>POTENCIA FOTOVOLTAICA</b>	CONSUMO DIARIO/HORA SOLAR MÍNIMA	631,222 W	
<b>TIPO DE MÓDULO</b>	VERTEX 670w (trina solar) Voc=45,7 V y Isc=18,5 A	670 W	
<b>NÚMERO DE MÓDULOS</b>	POTENCIA FOTOVOLTAICA/POTENCIA DEL MÓDULO	1	
<b>TIPO DE CONTROLADOR</b>	1 CONTROLADOR FM-80 CHARGE CONTROLLER MPPT V= 150 Vdc Y I=80 A. PARA SISTEMAS DE 24 V POTENCIA MÁXIMA DE PANELES DE 2500 W	26,30 A	1 MÓDULO.
<b>TIPO DE INVERSOR</b>	TGHY 4000 W INVERSOR DE ENERGÍA SOLAR DE 4000 W, 24/48 Vdc A 110/220 Vac, ONDA SINUSOIDAL PURA CON 95% DE EFICIENCIA	0,95	
<b>TIPO DE BATERIA</b>	BATERIA 5 OPzV 300 Ah de 2 V	2 V	
<b>Ah/día</b>	CONSUMO DIARIO/EFICIENCIA DEL INVERSOR/VOLTAJE DEL SISTEMA	332,22 Ah/día	
<b>PROFUNDIDAD DE DESCARGA</b>	70%	0,7	
<b>DÍAS AUTÓNOMOS</b>	ENTRE 1 A 2 DÍAS	1 día	
<b>CAPACIDAD DE BATERIA</b>	CONSUMO DIARIO*DÍAS AUTÓNOMOS/VOLTAJE DEL SISTEMA*PROFUNDIDAD DE CARGA	450,87 Ah	
<b>BATERIAS EN PARALELO</b>	Ah/DÍA*DÍAS AUTÓNOMOS/PROFUNDIDAD DE DESCARGA/CAPACIDAD DE BATERIA	1	
<b>BATERIAS EN SERIE</b>	VOLTAJE DEL SISTEMA/VOLTAJE DE BATERIA	12	

<b>BATERIAS TOTALES</b>	BATERIA EN PARALELO*BATERIA EN SERIE	12
-------------------------	--------------------------------------	----

➤ Cálculo Excel en la Estación VHF/DSC Crocker.

SISTEMA FOTOVOLTAICO 1									
SISTEMA ESTACIONES VHF/DSC ASILO DE LA PAZ									
Equipos	Cantidad	Potencia	Eficiencia	Potencia de	Voltaje		Horas	Consumo	Demanda
		Aparente		de	Vac	Vdc		Diario	Máxima
		VA	%	W				Wh	W
IP Switch	1	9,89	0,8	12,3625	110		12	148,35	12,3625
Ethernet Switch	1	69	0,9	76,66666667	110		12	920	76,6666667
Radioenlace 1+1	10	150	0,9	166,6666667	110		12	20000	166,666667
Router Switch	1	300	0,9	333,3333333	110		12	4000	333,33333
Baliza de señalización	2	60	0,8	75	110		12	1800	75
Iluminación de Caseta	3	200	0,9	222,2222222	110		12	8000	222,2222
Convertidor 24Vdc a 110Vdc	1	100	0,8	125	110		12	1500	125
Inversor 24Vdc a 110Vac	4	200	0,9	222,2222222		24	12	10666,667	222,2222
Consumo								47035,017	1233,47361

<b>CONSUMO DIARIO</b>	CONSUMO DIARIO*FACTOR DE PROTECCION (30%). COMPENSAR PERDIDAS	61145,52 Wh	
<b>VOLTAJE DEL SISTEMA</b>	EN ESTE SISTEMA SE RECOMIENDA UTILIZAR UN VOLTAJE DE 24 V	24 V	
<b>BREAKER</b>	DEMANDA MÀXIMA/VOLTAJE DEL SISTEMA	51,39 A	
<b>POTENCIA FOTOVOLTAICA</b>	CONSUMO DIARIO/HORA SOLAR MÌNIMA	5095,46 W	
<b>TIPO DE MÒDULO</b>	VERTEX 670w (trina solar) Voc=45,7 V y Isc=18,5 A	670 W	
<b>NÙMERO DE MÒDULOS</b>	POTENCIA FOTOVOLTAICA/POTENCIA DEL MÒDULO	7,6	
<b>TIPO DE CONTROLADOR</b>	3 CONTROLADORES FM-80 CHARGE CONTROLLER MPPT V= 150 Vdc Y I=80 A. PARA SISTEMAS DE 24 V POTENCIA MÀXIMA DE PANELES DE 2500 W	70,77 A	9 MÒDULOS.
<b>TIPO DE BATERIA</b>	BATERIA 16 OPzV 2300 Ah de 2 V	2 V	
<b>Ah/día</b>	CONSUMO DIARIO/VOLTAJE DEL SISTEMA	2547,73 Ah/día	
<b>PROFUNDIDAD DE DESCARGA</b>	70%	0,7	
<b>DÌAS AUTÒNOMOS</b>	ENTRE 1 A 2 DÌAS	1 día	
<b>CAPACIDAD DE BATERIA</b>	CONSUMO DIARIO*DÌAS AUTONOMOS/VOLTAJE DEL SISTEMA*PROFUNDIDAD DE CARGA	3639,61 Ah	
<b>BATERIAS EN PARALELO</b>	Ah/DÌA*DÌAS AUTONOMOS/PROFUNDIDAD DE DESCARGA/CAPACIDAD DE BATERIA	1	
<b>BATERIAS EN SERIE</b>	VOLTAJE DEL SISTEMA/VOLTAJE DE BATERIA	12	

<b>BATERIAS TOTALES</b>	BATERIA EN PARALELO*BATERIA EN SERIE	12
-------------------------	--------------------------------------	----

SISTEMA FOTOVOLTAICO 2									
SISTEMA ESTACIONES VHF/DSC ASILO DE LA PAZ									
Equipos	Cantidad	Potencia Aparente	Eficiencia	Potencia de cada Equipo	Voltaje		Horas	Consumo Diario	Demanda Máxima
		VA	%	W	Vac	Vdc		Wh	W
Transreceptores VHF/DSC/C.P.	4	24	0,8	30		24	12	1440	30
Controlador SC4	1	10	0,9	11,11111		24	12	133,33333	11,1111
Multiacoplador VHF	1	22	0,9	24,4444		24	12	293,33333	24,4444
Transreceptor VHF	2	132	0,8	165		12	12	3960	165
Consumo								5836,667	230,5556

<b>CONSUMO DIARIO</b>	CONSUMO DIARIO*FACTOR DE PROTECCIÓN (30%). PARA COMPENSAR PÉRDIDAS	7574,667 Wh	
<b>VOLTAJE DEL SISTEMA</b>	EN ESTE SISTEMA SE RECOMIENDA UTILIZAR UN VOLTAJE DE 24 V	24 V	
<b>BREAKER</b>	DEMANDA MÁXIMA/VOLTAJE DEL SISTEMA	9,6 A	
<b>POTENCIA FOTOVOLTAICA</b>	CONSUMO DIARIO/HORA SOLAR MÍNIMA	631,222 W	
<b>TIPO DE MÓDULO</b>	VERTEX 670w (trina solar) Voc=45,7 V y Isc=18,5 A	670 W	
<b>NÚMERO DE MÓDULOS</b>	POTENCIA FOTOVOLTAICA/POTENCIA DEL MÓDULO	1	
<b>TIPO DE CONTROLADOR</b>	1 CONTROLADOR FM-80 CHARGE CONTROLLER MPPT V= 150 Vdc Y I=80 A. PARA SISTEMAS DE 24 V POTENCIA MÁXIMA DE PANELES DE 2500 W	26,30 A	1 MÓDULO.
<b>TIPO DE INVERSOR</b>	TGHY 4000 W INVERSOR DE ENERGÍA SOLAR DE 4000 W, 24/48 Vdc A 110/220 Vac, ONDA SINUSOIDAL PURA CON 95% DE EFICIENCIA	0,95	
<b>TIPO DE BATERIA</b>	BATERIA 5 OPzV 300 Ah de 2 V	2 V	
<b>Ah/día</b>	CONSUMO DIARIO/EFICIENCIA DEL INVERSOR/VOLTAJE DEL SISTEMA	332,222 Ah/día	
<b>PROFUNDIDAD DE DESCARGA</b>	70%	0,7	
<b>DÍAS AUTÓNOMOS</b>	ENTRE 1 A 2 DÍAS	1 día	
<b>CAPACIDAD DE BATERIA</b>	CONSUMO DIARIO*DÍAS AUTÓNOMOS/VOLTAJE DEL SISTEMA*PROFUNDIDAD DE CARGA	450,87 Ah	
<b>BATERIAS EN PARALELO</b>	Ah/Día*DÍAS AUTÓNOMOS/PROFUNDIDAD DE DESCARGA/CAPACIDAD DE BATERIA	1	
<b>BATERIAS EN SERIE</b>	VOLTAJE DEL SISTEMA/VOLTAJE DE BATERIA	12	



<b>BATERIAS TOTALES</b>	BATERIA EN PARALELO*BATERIA EN SERIE	12
-------------------------	--------------------------------------	----

➤ Cálculo Excel en la Estación VHF/DSC Zapallo.

SISTEMA FOTOVOLTAICO 1									
SISTEMA ESTACIONES VHF/DSC ZAPALLO									
Equipos	Cantidad	Potencia Aparente	Eficiencia	Potencia de cada Equipo	Voltaje		Horas	Consumo Diario	Demanda Máxima
		VA	%	W	Vac	Vdc		Wh	W
IP Switch	1	9,89	0,8	12,3625	110		12	148,35	12,3625
Ethernet Switch	1	69	0,9	76,66666667	110		12	920	76,66667
Radioenlace 1+1	4	150	0,9	166,6666667	110		12	8000	166,66667
Router Switch	1	300	0,9	333,3333333	110		12	4000	333,3333
Baliza de señalización	2	50	0,9	55,55555556	110		12	1333,333	55,55556
Iluminación de Caseta	3	200	0,9	222,2222222	110		12	8000	222,2222
Fuente de poder 110Vac-12Vdc para transceiver at 10/90 duty cycle	2	240	0,8	300	110		12	7200	300
Inversor 24Vdc a 110Vac	4	200	0,9	222,2222222		24	12	10666,667	222,222
Consumo								40268,35	1389,02917

<b>CONSUMO DIARIO</b>	CONSUMO DIARIO*FACTOR DE PROTECCION (30%). COMPENSAR PERDIDAS	52348,85 Wh	
<b>VOLTAJE DEL SISTEMA</b>	EN ESTE SISTEMA SE RECOMIENDA UTILIZAR UN VOLTAJE DE 24 V	24 V	
<b>BREAKER</b>	DEMANDA MÁXIMA/VOLTAJE DEL SISTEMA	57,87 A	
<b>POTENCIA FOTOVOLTAICA</b>	CONSUMO DIARIO/HORA SOLAR MÍNIMA	4362,4 W	
<b>TIPO DE MÓDULO</b>	VERTEX 670w (trina solar) Voc=45,7 V y Isc=18,5 A	670 W	
<b>NÚMERO DE MÓDULOS</b>	POTENCIA FOTOVOLTAICA/POTENCIA DEL MÓDULO	6,51	
<b>TIPO DE CONTROLADOR</b>	2 CONTROLADORES FM-80 CHARGE CONTROLLER MPPT V= 150 Vdc Y I=80 A. PARA SISTEMAS DE 24 V POTENCIA MÁXIMA DE PANELES DE 2500 W	90,88 A	9 MÓDULOS.
<b>TIPO DE BATERIA</b>	BATERIA 24 OPzV 3500 Ah de 2 V	2 V	
<b>Ah/día</b>	CONSUMO DIARIO/VOLTAJE DEL SISTEMA	2181,20 Ah/día	
<b>PROFUNDIDAD DE DESCARGA</b>	70%	0,7	
<b>DÍAS AUTÓNOMOS</b>	ENTRE 1 A 2 DÍAS	1 día	
<b>CAPACIDAD DE BATERIA</b>	CONSUMO DIARIO*DÍAS AUTONOMOS/VOLTAJE DEL SISTEMA*PROFUNDIDAD DE CARGA	3116,003 Ah	
<b>BATERIAS EN PARALELO</b>	Ah/DÍA*DÍAS AUTONOMOS/PROFUNDIDAD DE DESCARGA/CAPACIDAD DE BATERIA	1	

<b>BATERIAS EN SERIE</b>	VOLTAJE DEL SISTEMA/VOLTAJE DE BATERIA	12
<b>BATERIAS TOTALES</b>	BATERIA EN PARALELO*BATERIA EN SERIE	12

SISTEMA FOTOVOLTAICO 2									
SISTEMA ESTACIONES VHF/DSC ZAPALLO									
Equipos	Cantidad	Potencia	Eficiencia	Potencia de cada Equipo	Voltaje		Horas	Consumo Diario	Demanda Máxima
		Aparente			Vac	Vdc			
		VA	%	W				Wh	W
Transreceptores VHF/DSC/C.P.	4	24	0,8	30		24	12	1440	30
Controlador SC4	1	10	0,9	11,1111		24	12	133,3333	11,11111
Multiacoplador VHF	1	22	0,9	24,44444		24	12	293,33333	24,44444
Consumo								1866,666667	65,55556

<b>CONSUMO DIARIO</b>	CONSUMO DIARIO*FACTOR DE PROTECCIÓN (30%). PARA COMPENSAR PÉRDIDAS	2426,66 Wh	
<b>VOLTAJE DEL SISTEMA</b>	EN ESTE SISTEMA SE RECOMIENDA UTILIZAR UN VOLTAJE DE 24 V	24 V	
<b>BREAKER</b>	DEMANDA MÁXIMA/VOLTAJE DEL SISTEMA	2,73	
<b>POTENCIA FOTOVOLTAICA</b>	CONSUMO DIARIO/HORA SOLAR MÍNIMA	202,222 W	
<b>TIPO DE MÓDULO</b>	VERTEX 670w (trina solar) Voc=45,7 V y Isc=18,5 A	670 W	
<b>NÚMERO DE MÓDULOS</b>	POTENCIA FOTOVOLTAICA/POTENCIA DEL MÓDULO	1	
<b>TIPO DE CONTROLADOR</b>	1 CONTROLADOR FM-80 CHARGE CONTROLLER MPPT V= 150 Vdc Y I=80 A. PARA SISTEMAS DE 24 V POTENCIA MÁXIMA DE PANELES DE 2500 W	8,425 A	1 MÓDULO.
<b>TIPO DE INVERSOR</b>	TGHY 4000 W INVERSOR DE ENERGÍA SOLAR DE 4000 W, 24/48 Vdc A 110/220 Vac, ONDA SINUSOIDAL PURA CON 95% DE EFICIENCIA	0,95	
<b>TIPO DE BATERIA</b>	BATERIA 4 OPzV 240 Ah de 2 V	2 V	
<b>Ah/día</b>	CONSUMO DIARIO/EFICIENCIA DEL INVERSOR/VOLTAJE DEL SISTEMA	106,4327 Ah/día	
<b>PROFUNDIDAD DE DESCARGA</b>	70%	0,7	
<b>DÍAS AUTÓNOMOS</b>	ENTRE 1 A 2 DÍAS	1 día	
<b>CAPACIDAD DE BATERIA</b>	CONSUMO DIARIO*DÍAS AUTONOMOS/VOLTAJE DEL SISTEMA*PROFUNDIDAD DE CARGA	144,4444 Ah	
<b>BATERIAS EN PARALELO</b>	Ah/DÍA*DÍAS AUTONOMOS/PROFUNDIDAD DE DESCARGA/CAPACIDAD DE BATERIA	1	

<b>BATERIAS EN SERIE</b>	VOLTAJE DEL SISTEMA/VOLTAJE DE BATERIA	12
<b>BATERIAS TOTALES</b>	BATERIA EN PARALELO*BATERIA EN SERIE	12

➤ Cálculo Excel en la Estación VHF/DSC Don Juan.

SISTEMA FOTOVOLTAICO 1									
SISTEMA ESTACIONES VHF/DSC DON JUAN									
Equipos	Cantidad	Potencia Aparente	Eficiencia	Potencia de cada Equipo	Voltaje		Horas	Consumo Diario	Demanda Máxima
		VA	%	W	Va c	Vd c		Wh	W
IP Switch	1	9,89	0,8	12,3625	11 0		12	148,35	12,3625
Ethernet Switch	1	69	0,9	76,66667	11 0		12	920	76,666667
Radioenlace 1+1	3	150	0,9	166,66667	11 0		12	6000	166,66667
Router Switch	1	300	0,9	333,3333	11 0		12	4000	333,33333
Baliza de señalización	2	50	0,9	55,555556	11 0		12	1333,3333 33	55,55556
Iluminación de Caseta	3	200	0,9	222,22222	11 0		12	8000	222,2222
Fuente de poder 110Vac-12Vdc para transceiver at 10/90 duty cycle	2	240	0,8	300	11 0		12	7200	300
Inversor 24Vdc a 110Vac	4	200	0,9	222,22222		24	12	10666,667	222,2222
Consumo								38268,35	1389,0291 67

<b>CONSUMO DIARIO</b>	CONSUMO DIARIO*FACTOR DE PROTECCION (30%). COMPENSAR PERDIDAS	49748,85 Wh
<b>VOLTAJE DEL SISTEMA</b>	EN ESTE SISTEMA SE RECOMIENDA UTILIZAR UN VOLTAJE DE 24 V	24 V
<b>BREAKER</b>	DEMANDA MÁXIMA/VOLTAJE DEL SISTEMA	57,87 A
<b>POTENCIA FOTOVOLTAICA</b>	CONSUMO DIARIO/HORA SOLAR MÍNIMA	4145,737 W
<b>TIPO DE MÓDULO</b>	VERTEX 670w (trina solar) Voc=45,7 V y Isc=18,5 A	670 W
<b>NÚMERO DE MÓDULOS</b>	POTENCIA FOTOVOLTAICA/POTENCIA DEL MÓDULO	6,18
<b>TIPO DE CONTROLADOR</b>	2 CONTROLADORES FM-80 CHARGE CONTROLLER MPPT V= 150 Vdc Y I=80 A. PARA SISTEMAS DE 24 V POTENCIA MÁXIMA DE PANELES DE 2500 W	86,369 A
<b>TIPO DE BATERIA</b>	BATERIA 24 OPzV 3500 Ah de 2 V	2 V
<b>Ah/día</b>	CONSUMO DIARIO/VOLTAJE DEL SISTEMA	2072,866 Ah/día
<b>PROFUNDIDAD DE DESCARGA</b>	70%	0,7
<b>DÍAS AUTÓNOMOS</b>	ENTRE 1 A 2 DÍAS	1 día
<b>CAPACIDAD DE BATERIA</b>	CONSUMO DIARIO*DÍAS AUTÓNOMOS/VOLTAJE DEL SISTEMA*PROFUNDIDAD DE CARGA	2961,2413 Ah

9  
MÓDULOS.

<b>BATERIAS EN PARALELO</b>	Ah/Día*DÍAS AUTONOMOS/PROFUNDIDAD DE DESCARGA/CAPACIDAD DE BATERIA	1
<b>BATERIAS EN SERIE</b>	VOLTAJE DEL SISTEMA/VOLTAJE DE BATERIA	12
<b>BATERIAS TOTALES</b>	BATERIA EN PARALELO*BATERIA EN SERIE	12

SISTEMA FOTOVOLTAICO 2									
SISTEMA ESTACIONES VHF/DSC DON JUAN									
Equipos	Cantidad	Potencia Aparente	Eficiencia	Potencia de cada Equipo	Voltaje		Horas	Consumo Diario	Demanda Máxima
		VA	%	W	Vac	Vdc		Wh	W
Transreceptores VHF/DSC/C.P.	4	24	0,8	30		24	12	1440	30
Controlador SC4	1	10	0,9	11,1111		24	12	133,33333	11,11111
Multicoplador VHF	1	22	0,9	24,4444		24	12	293,3333	24,4444
Consumo								1866,6667	65,5556

<b>CONSUMO DIARIO</b>	CONSUMO DIARIO*FACTOR DE PROTECCIÓN (30%). PARA COMPENSAR PÉRDIDAS	2426,66 Wh	
<b>VOLTAJE DEL SISTEMA</b>	EN ESTE SISTEMA SE RECOMIENDA UTILIZAR UN VOLTAJE DE 24 V	24 V	
<b>BREAKER</b>	DEMANDA MÁXIMA/VOLTAJE DEL SISTEMA	2,73 A	
<b>POTENCIA FOTOVOLTAICA</b>	CONSUMO DIARIO/HORA SOLAR MÍNIMA	202,222 W	
<b>TIPO DE MÓDULO</b>	VERTEX 670w (trina solar) Voc=45,7 V y Isc=18,5 A	670 W	
<b>NÚMERO DE MÓDULOS</b>	POTENCIA FOTOVOLTAICA/POTENCIA DEL MÓDULO	1	
<b>TIPO DE CONTROLADOR</b>	1 CONTROLADOR FM-80 CHARGE CONTROLLER MPPT V= 150 Vdc Y I=80 A. PARA SISTEMAS DE 24 V POTENCIA MÁXIMA DE PANELES DE 2500 W	8,4259 A	1 MÓDULO.
<b>TIPO DE INVERSOR</b>	TGHY 4000 W INVERSOR DE ENERGÍA SOLAR DE 4000 W, 24/48 Vdc A 110/220 Vac, ONDA SINUSOIDAL PURA CON 95% DE EFICIENCIA	0,95	
<b>TIPO DE BATERIA</b>	BATERIA 4 OPzV 240 Ah de 2 V	2 V	
<b>Ah/día</b>	CONSUMO DIARIO/EFICIENCIA DEL INVERSOR/VOLTAJE DEL SISTEMA	106,4327 Ah/día	
<b>PROFUNDIDAD DE DESCARGA</b>	70%	0,7	
<b>DÍAS AUTÓNOMOS</b>	ENTRE 1 A 2 DÍAS	1 día	
<b>CAPACIDAD DE BATERIA</b>	CONSUMO DIARIO*DÍAS AUTONOMOS/VOLTAJE DEL SISTEMA*PROFUNDIDAD DE CARGA	144,4444 Ah	

<b>BATERIAS EN PARALELO</b>	Ah/DÌA*DÌAS AUTONOMOS/PROFUNDIDAD DE DESCARGA/CAPACIDAD DE BATERIA	1
<b>BATERIAS EN SERIE</b>	VOLTAJE DEL SISTEMA/VOLTAJE DE BATERIA	12
<b>BATERIAS TOTALES</b>	BATERIA EN PARALELO*BATERIA EN SERIE	12

➤ Cálculo Excel en la Estación VHF/DSC Nueve.

SISTEMA FOTOVOLTAICO 1									
PRIMER SISTEMA ESTACIONES VHF/DSC NUEVE									
Equipos	Cantidad	Potencia	Eficiencia	Potencia de	Voltaje		Hora	Consumo	Demanda
		Aparente		cada	Va	Vd			
		VA	%	W	c	c		Wh	W
IP Switch	1	9,89	0,8	12,3625	110		12	148,35	12,3625
Ethernet Switch	1	69	0,9	76,66667	110		12	920	76,66667
Radioenlace 1+1	4	150	0,9	166,66667	110		12	8000	166,66667
Router Switch	1	300	0,9	333,33333	110		12	4000	333,333333
Baliza de señalización	2	50	0,9	55,555556	110		12	1333,333	55,5556
Iluminación de Caseta	3	200	0,9	222,2222	110		12	8000	222,2222
Fuente de poder 110Vac-12Vdc para transceiver at 10/90 duty cycle	2	240	0,8	300	110		12	7200	300
Inversor 24Vdc a 110Vac	4	200	0,9	222,2222		24	12	10666,667	222,2222
Consumo								40268,35	1389,029167

<b>CONSUMO DIARIO</b>	CONSUMO DIARIO*FACTOR DE PROTECCION (30%). COMPENSAR PERDIDAS	52348,85 Wh
<b>VOLTAJE DEL SISTEMA</b>	EN ESTE SISTEMA SE RECOMIENDA UTILIZAR UN VOLTAJE DE 24 V	24 V
<b>BREAKER</b>	DEMANDA MÀXIMA/VOLTAJE DEL SISTEMA	57,87 A
<b>POTENCIA FOTOVOLTAICA</b>	CONSUMO DIARIO/HORA SOLAR MÌNIMA	4362,4 W
<b>TIPO DE MÒDULO</b>	VERTEX 670w (trina solar) Voc=45,7 V y Isc=18,5 A	670 W
<b>NÙMERO DE MÒDULOS</b>	POTENCIA FOTOVOLTAICA/POTENCIA DEL MÒDULO	6,5
<b>TIPO DE CONTROLADOR</b>	2 CONTROLADORES FM-80 CHARGE CONTROLLER MPPT V= 150 Vdc Y I=80 A. PARA SISTEMAS DE 24V POTENCIA MÀXIMA DE PANELES DE 2500 W	90,88 A
<b>TIPO DE BATERIA</b>	BATERIA 24 OPzV 3500 Ah de 2 V	2 V
<b>Ah/día</b>	CONSUMO DIARIO/VOLTAJE DEL SISTEMA	2181,2 Ah/día
<b>PROFUNDIDAD DE DESCARGA</b>	70%	0,7

9 MÒDULOS.

<b>DÍAS AUTÓNOMOS</b>	ENTRE 1 A 2 DÍAS	1 día
<b>CAPACIDAD DE BATERIA</b>	CONSUMO DIARIO*DÍAS AUTONOMOS/VOLTAJE DEL SISTEMA*PROFUNDIDAD DE CARGA	3116,003 Ah
<b>BATERÍAS EN PARALELO</b>	Ah/Día*DÍAS AUTONOMOS/PROFUNDIDAD DE DESCARGA/CAPACIDAD DE BATERIA	1
<b>BATERÍAS EN SERIE</b>	VOLTAJE DEL SISTEMA/VOLTAJE DE BATERIA	12
<b>BATERÍAS TOTALES</b>	BATERIA EN PARALELO*BATERIA EN SERIE	12

SISTEMA FOTOVOLTAICO 2									
SISTEMA ESTACIONES VHF/DSC NUEVE									
Equipos	Cantidad	Potencia	Eficiencia	Potencia de cada Equipo	Voltaje		Horas	Consumo Diario	Demanda Máxima
		Aparente			Vac	Vdc			
		VA	%	W				Wh	W
Transreceptores VHF/DSC/C.P.	4	24	0,8	30		24	12	1440	30
Controlador SC4	1	10	0,9	11,11111		24	12	133,3333	11,1111
Multiacoplador VHF	1	22	0,9	24,44444		24	12	293,3333	24,4444
Consumo								1866,667	65,55556

<b>CONSUMO DIARIO</b>	CONSUMO DIARIO*FACTOR DE PROTECCIÓN (30%). PARA COMPENSAR PÉRDIDAS	2426,666 Wh	
<b>VOLTAJE DEL SISTEMA</b>	EN ESTE SISTEMA SE RECOMIENDA UTILIZAR UN VOLTAJE DE 24 V	24 V	
<b>BREAKER</b>	DEMANDA MÁXIMA/VOLTAJE DEL SISTEMA	2,73 A	
<b>POTENCIA FOTOVOLTAICA</b>	CONSUMO DIARIO/HORA SOLAR MÍNIMA	202,222 W	
<b>TIPO DE MÓDULO</b>	VERTEX 670w (trina solar) Voc=45,7 V y Isc=18,5 A	670 W	
<b>NÚMERO DE MÓDULOS</b>	POTENCIA FOTOVOLTAICA/POTENCIA DEL MÓDULO	1	
<b>TIPO DE CONTROLADOR</b>	1 CONTROLADOR FM-80 CHARGE CONTROLLER MPPT V= 150 Vdc Y I=80 A. PARA SISTEMAS DE 24 V POTENCIA MÁXIMA DE PANELES DE 2500 W	8,4259 A	1 MÓDULO.
<b>TIPO DE INVERSOR</b>	TGHY 4000 W INVERSOR DE ENERGÍA SOLAR DE 4000 W, 24/48 Vdc A 110/220 Vac, ONDA SINUSOIDAL PURA CON 95% DE EFICIENCIA	0,95	
<b>TIPO DE BATERIA</b>	BATERIA 4 OPzV 240 Ah de 2 V	2 V	
<b>Ah/día</b>	CONSUMO DIARIO/EFICIENCIA DEL INVERSOR/VOLTAJE DEL SISTEMA	106,432 Ah/día	
<b>PROFUNDIDAD DE DESCARGA</b>	70%	0,7	

<b>DÍAS AUTÓNOMOS</b>	ENTRE 1 A 2 DÍAS	1 día
<b>CAPACIDAD DE BATERIA</b>	CONSUMO DIARIO*DÍAS AUTONOMOS/VOLTAJE DEL SISTEMA*PROFUNDIDAD DE CARGA	144,4444 Ah
<b>BATERIAS EN PARALELO</b>	Ah/DÍA*DÍAS AUTONOMOS/PROFUNDIDAD DE DESCARGA/CAPACIDAD DE BATERIA	1
<b>BATERIAS EN SERIE</b>	VOLTAJE DEL SISTEMA/VOLTAJE DE BATERIA	12
<b>BATERIAS TOTALES</b>	BATERIA EN PARALELO*BATERIA EN SERIE	12

➤ Cálculo Excel en la Estación VHF/DSC Lomas de Viento.

SISTEMA FOTOVOLTAICO 1									
SISTEMA ESTACIONES VHF/DSC LOMAS DE VIENTO									
Equipos	Cantidad	Potencia	Eficiencia	Potencia de cada Equipo	Voltaje		Horas	Consumo Diario	Demanda Máxima
		Aparente			Vac	Vdc			
		VA	%	W				Wh	W
IP Switch	1	9,89	0,8	12,3625	110		12	148,35	12,3625
Ethernet Switch	1	69	0,9	76,66667	110		12	920	76,6666667
Radioenlace 1+1	4	150	0,9	166,6667	110		12	8000	166,6666667
Router Switch	1	300	0,9	333,3333	110		12	4000	333,3333333
Baliza de señalización	2	50	0,9	55,55556	110		12	1333,333333	55,5555556
Iluminación de Caseta	3	200	0,9	222,2222	110		12	8000	222,2222222
Fuente de poder 110Vac-12Vdc para transceiver at 10/90 duty cycle	2	240	0,8	300	110		12	7200	300
Inversor 24Vdc a 110Vac	4	200	0,9	222,2222		24	12	10666,66667	222,2222222
Consumo								40268,35	1389,029167

<b>CONSUMO DIARIO</b>	CONSUMO DIARIO*FACTOR DE PROTECCION (30%). COMPENSAR PERDIDAS	52348,85 Wh	
<b>VOLTAJE DEL SISTEMA</b>	EN ESTE SISTEMA SE RECOMIENDA UTILIZAR UN VOLTAJE DE 24 V	24 V	
<b>POTENCIA FOTOVOLTAICA</b>	CONSUMO DIARIO/HORA SOLAR MÍNIMA	4362,404 W	
<b>TIPO DE MÓDULO</b>	VERTEX 670w (trina solar) Voc=45,7V y Isc=18,5A	670 W	
<b>NÚMERO DE MÓDULOS</b>	POTENCIA FOTOVOLTAICA/POTENCIA DEL MÓDULO	6,55	
<b>TIPO DE CONTROLADOR</b>	2 CONTROLADORES FM-80 CHARGE CONTROLLER MPPT V= 150 Vdc Y I=80 A. PARA SISTEMAS DE 24 V POTENCIA MÁXIMA DE PANELES DE 2500 W	90,883 A	9 MÓDULOS.
<b>TIPO DE BATERIA</b>	BATERIA 24 OPzV 3500 Ah de 2 V	2 V	

<b>Ah/día</b>	CONSUMO DIARIO/VOLTAJE DEL SISTEMA	2181,20 Ah/día
<b>PROFUNDIDAD DE DESCARGA</b>	70%	0,7
<b>DÍAS AUTÓNOMOS</b>	ENTRE 1 A 2 DÍAS	1 día
<b>CAPACIDAD DE BATERIA</b>	CONSUMO DIARIO*DÍAS AUTÓNOMOS/VOLTAJE DEL SISTEMA*PROFUNDIDAD DE CARGA	3116,003 Ah
<b>BATERIAS EN PARALELO</b>	Ah/DÍA*DÍAS AUTÓNOMOS/PROFUNDIDAD DE DESCARGA/CAPACIDAD DE BATERIA	1
<b>BATERIAS EN SERIE</b>	VOLTAJE DEL SISTEMA/VOLTAJE DE BATERIA	12
<b>BATERIAS TOTALES</b>	BATERIA EN PARALELO*BATERIA EN SERIE	12

SISTEMA FOTOVOLTAICO 2									
SISTEMA ESTACIONES VHF/DSC LOMAS DE VIENTO									
Equipos	Cantidad	Potencia Aparente	Eficiencia	Potencia de cada Equipo	Voltaje		Horas	Consumo Diario	Demanda Máxima
		VA	%	W	Vac	Vdc		Wh	W
Transreceptores VHF/DSC/C.P.	4	24	0,8	30		24	12	1440	30
Controlador SC4	1	10	0,9	11,1111		24	12	133,333	11,11111
Multiacoplador VHF	1	22	0,9	24,4444		24	12	293,333	24,44444
Consumo								1866,667	65,55556

<b>CONSUMO DIARIO</b>	CONSUMO DIARIO*FACTOR DE PROTECCIÓN (30%). PARA COMPENSAR PÉRDIDAS	2426,66 Wh	
<b>VOLTAJE DEL SISTEMA</b>	EN ESTE SISTEMA SE RECOMIENDA UTILIZAR UN VOLTAJE DE 24 V	24 V	
<b>BREAKER</b>	DEMANDA MÁXIMA/VOLTAJE DEL SISTEMA	2,73 A	
<b>POTENCIA FOTOVOLTAICA</b>	CONSUMO DIARIO/HORA SOLAR MÍNIMA	202,222 W	
<b>TIPO DE MÓDULO</b>	VERTEX 670w (trina solar) Voc=45,7 V y Isc=18,5 A	670 W	
<b>NÚMERO DE MÓDULOS</b>	POTENCIA FOTOVOLTAICA/POTENCIA DEL MÓDULO	1	
<b>TIPO DE CONTROLADOR</b>	1 CONTROLADOR FM-80 CHARGE CONTROLLER MPPT V= 150 Vdc Y I=80 A. PARA SISTEMAS DE 24 V POTENCIA MÁXIMA DE PANELES DE 2500 W	8,4259 A	1 MÓDULO.
<b>TIPO DE INVERSOR</b>	TGHY 4000 W INVERSOR DE ENERGÍA SOLAR DE 4000W, 24/48 Vdc A 110/220 Vac, ONDA SINUSOIDAL PURA CON 95% DE EFICIENCIA	0,95	
<b>TIPO DE BATERIA</b>	BATERIA 4 OPzV 240 Ah de 2 V	2 V	
<b>Ah/día</b>	CONSUMO DIARIO/EFICIENCIA DEL INVERSOR/VOLTAJE DEL SISTEMA	106,432 Ah/día	



<b>PROFUNDIDAD DE DESCARGA</b>	70%	0,7
<b>DÍAS AUTÓNOMOS</b>	ENTRE 1 A 2 DÍAS	1 día
<b>CAPACIDAD DE BATERIA</b>	CONSUMO DIARIO*DÍAS AUTONOMOS/VOLTAJE DEL SISTEMA*PROFUNDIDAD DE CARGA	144,444 Ah
<b>BATERIAS EN PARALELO</b>	Ah/Día*DÍAS AUTONOMOS/PROFUNDIDAD DE DESCARGA/CAPACIDAD DE BATERIA	1
<b>BATERIAS EN SERIE</b>	VOLTAJE DEL SISTEMA/VOLTAJE DE BATERIA	12
<b>BATERIAS TOTALES</b>	BATERIA EN PARALELO*BATERIA EN SERIE	12

➤ Cálculo Excel en la Estación VHF/DSC Montecristi.

SISTEMA FOTOVOLTAICO 1									
SISTEMA ESTACIONES VHF/DSC MONTECRISTI									
Equipos	Cantidad	Potencia Aparente	Eficiencia	Potencia de cada Equipo	Voltaje		Horas	Consumo Diario	Demanda Máxima
		VA	%	W	Vac	Vdc		Wh	W
IP Switch	1	9,89	0,8	12,3625	110		12	148,35	12,3625
Ethernet Switch	1	69	0,9	76,66667	110		12	920	76,66667
Radioenlace 1+1	4	150	0,9	166,6667	110		12	8000	166,6667
Router Switch	1	300	0,9	333,3333	110		12	4000	333,3333
Baliza de señalización	2	50	0,9	55,55556	110		12	1333,333	55,5556
Iluminación de Caseta	3	200	0,9	222,2222	110		12	8000	222,222
Fuente de poder 110Vac-12Vdc para transceiver at 10/90 duty cycle	2	240	0,8	300	110		12	7200	300
Inversor 24Vdc a 110Vac	4	200	0,9	222,222		24	12	10666,667	222,2222
Consumo								40268,35	1389,029167

<b>CONSUMO DIARIO</b>	CONSUMO DIARIO*FACTOR DE PROTECCION (30%). COMPENSAR PERDIDAS	52348,85 Wh
<b>VOLTAJE DEL SISTEMA</b>	EN ESTE SISTEMA SE RECOMIENDA UTILIZAR UN VOLTAJE DE 24 V	24 V
<b>BREAKER</b>	DEMANDA MÁXIMA/VOLTAJE DEL SISTEMA	57,87 A
<b>POTENCIA FOTOVOLTAICA</b>	CONSUMO DIARIO/HORA SOLAR MÍNIMA	4362,404 W
<b>TIPO DE MÓDULO</b>	VERTEX 670w (trina solar) Voc=45,7 V y Isc=18,5 A	670 W
<b>NÚMERO DE MÓDULOS</b>	POTENCIA FOTOVOLTAICA/POTENCIA DEL MÓDULO	6,5

<b>TIPO DE CONTROLADOR</b>	2 CONTROLADORES FM-80 CHARGE CONTROLLER MPPT V= 150 Vdc Y I=80 A. PARA SISTEMAS DE 24 V POTENCIA MÁXIMA DE PANELES DE 2500 W	90,883 A	9 MÓDULOS.
<b>TIPO DE BATERIA</b>	BATERIA 24 OPzV 3500 Ah de 2 V	2 V	
<b>Ah/día</b>	CONSUMO DIARIO/VOLTAJE DEL SISTEMA	2181,20 Ah/día	
<b>PROFUNDIDAD DE DESCARGA</b>	70%	0,7	
<b>DÍAS AUTÓNOMOS</b>	ENTRE 1 A 2 DÍAS	1 día	
<b>CAPACIDAD DE BATERIA</b>	CONSUMO DIARIO*DÍAS AUTONOMOS/VOLTAJE DEL SISTEMA*PROFUNDIDAD DE CARGA	3116,003 Ah	
<b>BATERIAS EN PARALELO</b>	Ah/DÍA*DÍAS AUTONOMOS/PROFUNDIDAD DE DESCARGA/CAPACIDAD DE BATERIA	1	
<b>BATERIAS EN SERIE</b>	VOLTAJE DEL SISTEMA/VOLTAJE DE BATERIA	12	
<b>BATERIAS TOTALES</b>	BATERIA EN PARALELO*BATERIA EN SERIE	12	

SISTEMA FOTOVOLTAICO 2									
SISTEMA ESTACIONES VHF/DSC MONTECRISTI									
Equipos	Cantidad	Potencia	Eficiencia	Potencia de	Voltaje		Horas	Consumo	Demanda
		Aparente		cada Equipo	Vac	Vdc			
		VA	%	W				Wh	W
Transreceptores VHF/DSC/C.P.	4	24	0,8	30		24	12	1440	30
Controlador SC4	1	10	0,9	11,11111		24	12	133,3333	11,1111
Multicoplador VHF	1	22	0,9	24,4444		24	12	293,3333	24,4444
Consumo								1866,667	65,5556

<b>CONSUMO DIARIO</b>	CONSUMO DIARIO*FACTOR DE PROTECCIÓN (30%). PARA COMPENSAR PÉRDIDAS	2426,66 Wh	
<b>VOLTAJE DEL SISTEMA</b>	EN ESTE SISTEMA SE RECOMIENDA UTILIZAR UN VOLTAJE DE 24 V	24 V	
<b>BREAKER</b>	DEMANDA MÁXIMA/VOLTAJE DEL SISTEMA	2,73 A	
<b>POTENCIA FOTOVOLTAICA</b>	CONSUMO DIARIO/HORA SOLAR MÍNIMA	202,222 W	
<b>TIPO DE MÓDULO</b>	VERTEX 670w (trina solar) Voc=45,7 V y Isc=18,5 A	670 W	
<b>NÚMERO DE MÓDULOS</b>	POTENCIA FOTOVOLTAICA/POTENCIA DEL MÓDULO	1	
<b>TIPO DE CONTROLADOR</b>	1 CONTROLADOR FM-80 CHARGE CONTROLLER MPPT V= 150 Vdc Y I=80 A. PARA SISTEMAS DE 24 V POTENCIA MÁXIMA DE PANELES DE 2500 W	8,4259 A	1 MÓDULO.
<b>TIPO DE INVERSOR</b>	TGHY 4000 W INVERSOR DE ENERGÍA SOLAR DE 4000 W, 24/48 Vdc A 110/220 Vac, ONDA SINUSOIDAL PURA CON 95% DE EFICIENCIA	0,95	

<b>TIPO DE BATERIA</b>	BATERIA 4 OPzV 240Ah de 2V	2 V
<b>Ah/día</b>	CONSUMO DIARIO/EFICIENCIA DEL INVERSOR/VOLTAJE DEL SISTEMA	106,432 Ah/día
<b>PROFUNDIDAD DE DESCARGA</b>	70%	0,7
<b>DÍAS AUTÓNOMOS</b>	ENTRE 1 A 2 DÍAS	1 día
<b>CAPACIDAD DE BATERIA</b>	CONSUMO DIARIO*DÍAS AUTÓNOMOS/VOLTAJE DEL SISTEMA*PROFUNDIDAD DE CARGA	144,4444 Ah
<b>BATERIAS EN PARALELO</b>	Ah/DÍA*DÍAS AUTÓNOMOS/PROFUNDIDAD DE DESCARGA/CAPACIDAD DE BATERIA	1
<b>BATERIAS EN SERIE</b>	VOLTAJE DEL SISTEMA/VOLTAJE DE BATERIA	12
<b>BATERIAS TOTALES</b>	BATERIA EN PARALELO*BATERIA EN SERIE	12

➤ Cálculo Excel en la Estación VHF/DSC Cabuyas.

SISTEMA FOTOVOLTAICO 1									
SISTEMA ESTACIONES VHF/DSC CABUYAS									
Equipos	Cantida d	Potencia	Eficienci	Potencia de	Voltaje		Hora s	Consumo Diario	Demanda Máxima
		Aparente	a	de cada Equipo	Vac	Vdc			
		VA	%	W				Wh	W
IP Switch	1	9,89	0,8	12,3625	110		12	148,35	12,3625
Ethernet Switch	1	69	0,9	76,66667	110		12	920	76,66667
Radioenlace 1+1	4	150	0,9	166,6667	110		12	8000	166,6667
Router Switch	1	300	0,9	333,3333	110		12	4000	333,3333
Baliza de señalización	2	50	0,9	55,55556	110		12	1333,333	55,55556
Iluminación de Caseta	3	200	0,9	222,2222	110		12	8000	222,2222
Fuente de poder 110Vac-12Vdc para transceiver at 10/90 duty cycle	2	240	0,8	300	110		12	7200	300
Inversor 24Vdc a 110Vac	4	200	0,9	222,2222		24	12	10666,66667	222,2222
Consumo								40268,35	1389,029167

<b>CONSUMO DIARIO</b>	CONSUMO DIARIO*FACTOR DE PROTECCION (30%). COMPENSAR PERDIDAS	52348,85 Wh
<b>VOLTAJE DEL SISTEMA</b>	EN ESTE SISTEMA SE RECOMIENDA UTILIZAR UN VOLTAJE DE 24 V	24 V
<b>POTENCIA FOTOVOLTAICA</b>	CONSUMO DIARIO/HORA SOLAR MÍNIMA	4362,404 W
<b>TIPO DE MÓDULO</b>	VERTEX 670w (trina solar) Voc=45,7 V y Isc=18,5 A	670 W
<b>NÚMERO DE MÓDULOS</b>	POTENCIA FOTOVOLTAICA/POTENCIA DEL MÓDULO	6,511

<b>TIPO DE CONTROLADOR</b>	2 CONTROLADORES FM-80 CHARGE CONTROLLER MPPT V= 150 Vdc Y I=80 A. PARA SISTEMAS DE 24 V POTENCIA MÁXIMA DE PANELES DE 2500 W	90,883 A	9 MÓDULOS.
<b>TIPO DE BATERIA</b>	BATERIA 24 OPzV 3500 Ah de 2 V	2V	
<b>Ah/día</b>	CONSUMO DIARIO/VOLTAJE DEL SISTEMA	2181,202 Ah/día	
<b>PROFUNDIDAD DE DESCARGA</b>	70%	0,7	
<b>DÍAS AUTÓNOMOS</b>	ENTRE 1 A 2 DÍAS	1 día	
<b>CAPACIDAD DE BATERIA</b>	CONSUMO DIARIO*DÍAS AUTÓNOMOS/VOLTAJE DEL SISTEMA*PROFUNDIDAD DE CARGA	3116,003 Ah	
<b>BATERIAS EN PARALELO</b>	Ah/Día*DÍAS AUTÓNOMOS/PROFUNDIDAD DE DESCARGA/CAPACIDAD DE BATERIA	1	
<b>BATERIAS EN SERIE</b>	VOLTAJE DEL SISTEMA/VOLTAJE DE BATERIA	12	
<b>BATERIAS TOTALES</b>	BATERIA EN PARALELO*BATERIA EN SERIE	12	

SISTEMA FOTOVOLTAICO 2									
SISTEMA ESTACIONES VHF/DSC CABUYAS									
Equipos	Cantidad	Potencia Aparente	Eficiencia	Potencia de cada Equipo	Voltaje		Horas	Consumo Diario	Demanda Máxima
		VA	%	W	Vac	Vdc		Wh	W
Transreceptores VHF/DSC/C.P.	4	24	0,8	30		24	12	1440	30
Controlador SC4	1	10	0,9	11,11111		24	12	133,3333	11,11111
Multiacoplador VHF	1	22	0,9	24,44444		24	12	293,3333	24,44444
Consumo								1866,667	65,55556

<b>CONSUMO DIARIO</b>	CONSUMO DIARIO*FACTOR DE PROTECCIÓN (30%). PARA COMPENSAR PÉRDIDAS	2426,66 Wh	
<b>VOLTAJE DEL SISTEMA</b>	EN ESTE SISTEMA SE RECOMIENDA UTILIZAR UN VOLTAJE DE 24 V	24 V	
<b>BREAKER</b>	DEMANDA MÁXIMA/VOLTAJE DEL SISTEMA	2,73 A	
<b>POTENCIA FOTOVOLTAICA</b>	CONSUMO DIARIO/HORA SOLAR MÍNIMA	202,222 W	
<b>TIPO DE MÓDULO</b>	VERTEX 670w (trina solar) Voc=45,7 V y Isc=18,5 A	670 W	
<b>NÚMERO DE MÓDULOS</b>	POTENCIA FOTOVOLTAICA/POTENCIA DEL MÓDULO	1	
<b>TIPO DE CONTROLADOR</b>	1 CONTROLADOR FM-80 CHARGE CONTROLLER MPPT V= 150 Vdc Y I=80 A. PARA SISTEMAS DE 24 V POTENCIA MÁXIMA DE PANELES DE 2500 W	8,4259 A	1 MÓDULO.

<b>TIPO DE INVERSOR</b>	TGHY 4000W INVERSOR DE ENERGÍA SOLAR DE 4000 W, 24/48 Vdc A 110/220 Vac, ONDA SINUSOIDAL PURA CON 95% DE EFICIENCIA	0,95
<b>TIPO DE BATERIA</b>	BATERIA 4 OPzV 240 Ah de 2 V	2 V
<b>Ah/día</b>	CONSUMO DIARIO/EFICIENCIA DEL INVERSOR/VOLTAJE DEL SISTEMA	106,432 Ah/día
<b>PROFUNDIDAD DE DESCARGA</b>	70%	0,7
<b>DÍAS AUTÓNOMOS</b>	ENTRE 1 A 2 DÍAS	1 día
<b>CAPACIDAD DE BATERIA</b>	CONSUMO DIARIO*DÍAS AUTONOMOS/VOLTAJE DEL SISTEMA*PROFUNDIDAD DE CARGA	144,444 Ah
<b>BATERIAS EN PARALELO</b>	Ah/Día*DÍAS AUTONOMOS/PROFUNDIDAD DE DESCARGA/CAPACIDAD DE BATERIA	1
<b>BATERIAS EN SERIE</b>	VOLTAJE DEL SISTEMA/VOLTAJE DE BATERIA	12
<b>BATERIAS TOTALES</b>	BATERIA EN PARALELO*BATERIA EN SERIE	12

➤ Cálculo Excel en la Estación VHF/DSC Salinas.

SISTEMA FOTOVOLTAICO 1									
SISTEMA ESTACIONES VHF/DSC SALINAS									
Equipos	Cantidad	Potencia Aparente	Eficiencia	Potencia de cada Equipo	Voltaje		Horas	Consumo Diario	Demanda Máxima
		VA	%	W	Va c	Vd c		Wh	W
IP Switch	1	9,89	0,8	12,3625	11 0		12	148,35	12,3625
Ethernet Switch	1	69	0,9	76,66667	11 0		12	920	76,66666 67
Radioenlace 1+1	4	150	0,9	166,66667	11 0		12	8000	166,66666 67
Router Switch	1	300	0,9	333,3333	11 0		12	4000	333,33333 33
Baliza de señalización	2	50	0,9	55,555556	11 0		12	1333,3333 33	55,555555 56
Iluminación de Caseta	3	200	0,9	222,2222	11 0		12	8000	222,22222 22
Fuente de poder 110Vac-12Vdc para transceiver at 10/90 duty cycle	2	240	0,8	300	11 0		12	7200	300
Inversor 24Vdc a 110Vac	4	200	0,9	222,22222 2		24	12	10666,666 67	222,22222 22
Consumo								40268,35	1389,0291 67

<b>CONSUMO DIARIO</b>	CONSUMO DIARIO*FACTOR DE PROTECCION (30%). COMPENSAR PERDIDAS	52348,85 Wh
<b>VOLTAJE DEL SISTEMA</b>	EN ESTE SISTEMA SE RECOMIENDA UTILIZAR UN VOLTAJE DE 24 V	24 V
<b>BREAKER</b>	DEMANDA MÁXIMA/VOLTAJE DEL SISTEMA	57,87 A

<b>POTENCIA FOTOVOLTAICA</b>	CONSUMO DIARIO/HORA SOLAR MÍNIMA	4362,404 W	9 MÓDULOS.
<b>TIPO DE MÓDULO</b>	VERTEX 670w (trina solar) Voc=45,7 V y Isc=18,5 A	670 W	
<b>NÚMERO DE MÓDULOS</b>	POTENCIA FOTOVOLTAICA/POTENCIA DEL MÓDULO	6,511	
<b>TIPO DE CONTROLADOR</b>	2 CONTROLADORES FM-80 CHARGE CONTROLLER MPPT V= 150 Vdc Y I=80 A. PARA SISTEMAS DE 24 V POTENCIA MÁXIMA DE PANELES DE 2500 W	90,883 A	
<b>TIPO DE BATERÍA</b>	BATERÍA 24 OPzV 3500 Ah de 2 V	2 V	
<b>Ah/día</b>	CONSUMO DIARIO/VOLTAJE DEL SISTEMA	2181,202 Ah/día	
<b>PROFUNDIDAD DE DESCARGA</b>	70%	0,7	
<b>DÍAS AUTÓNOMOS</b>	ENTRE 1 A 2 DÍAS	1 día	
<b>CAPACIDAD DE BATERIA</b>	CONSUMO DIARIO*DÍAS AUTÓNOMOS/VOLTAJE DEL SISTEMA*PROFUNDIDAD DE CARGA	3116,003 Ah	
<b>BATERÍAS EN PARALELO</b>	Ah/DÍA*DÍAS AUTÓNOMOS/PROFUNDIDAD DE DESCARGA/CAPACIDAD DE BATERIA	1	
<b>BATERÍAS EN SERIE</b>	VOLTAJE DEL SISTEMA/VOLTAJE DE BATERÍA	12	
<b>BATERÍAS TOTALES</b>	BATERÍA EN PARALELO*BATERÍA EN SERIE	12	

SISTEMA FOTOVOLTAICO 2									
SISTEMA ESTACIONES VHF/DSC SALINAS									
Equipos	Cantidad	Potencia Aparente	Eficiencia	Potencia de cada Equipo	Voltaje		Horas	Consumo Diario	Demanda Máxima
		VA	%	W	Vac	Vdc		Wh	W
Transreceptores VHF/DSC/C.P.	4	24	0,8	30		24	12	1440	30
Controlador SC4	1	10	0,9	11,1111		24	12	133,3333	11,1111
Multiacoplador VHF	1	22	0,9	24,4444		24	12	293,3333	24,4444
Consumo								1866,667	65,55556

<b>CONSUMO DIARIO</b>	CONSUMO DIARIO*FACTOR DE PROTECCIÓN (30%). PARA COMPENSAR PÉRDIDAS	2426,666 Wh
<b>VOLTAJE DEL SISTEMA</b>	EN ESTE SISTEMA SE RECOMIENDA UTILIZAR UN VOLTAJE DE 24 V	24 V
<b>BREAKER</b>	DEMANDA MÁXIMA/VOLTAJE DEL SISTEMA	2,73 A
<b>POTENCIA FOTOVOLTAICA</b>	CONSUMO DIARIO/HORA SOLAR MÍNIMA	202,2222 W
<b>TIPO DE MÓDULO</b>	VERTEX 670w (trina solar) Voc=45,7 V y Isc=18,5 A	670 W
<b>NÚMERO DE MÓDULOS</b>	POTENCIA FOTOVOLTAICA/POTENCIA DEL MÓDULO	1

<b>TIPO DE CONTROLADOR</b>	1 CONTROLADOR FM-80 CHARGE CONTROLLER MPPT V= 150 Vdc Y I=80 A. PARA SISTEMAS DE 24 V POTENCIA MÁXIMA DE PANELES DE 2500 W	8,42592 A	1 MÓDULO.
<b>TIPO DE INVERSOR</b>	TGHY 4000 W INVERSOR DE ENERGÍA SOLAR DE 4000 W, 24/48 Vdc A 110/220 Vac, ONDA SINUSOIDAL PURA CON 95% DE EFICIENCIA	0,95	
<b>TIPO DE BATERÍA</b>	BATERÍA 4 OPzV 240 Ah de 2 V	2 V	
<b>Ah/día</b>	CONSUMO DIARIO/EFICIENCIA DEL INVERSOR/VOLTAJE DEL SISTEMA	106,432 Ah/día	
<b>PROFUNDIDAD DE DESCARGA</b>	70%	0,7	
<b>DÍAS AUTÓNOMOS</b>	ENTRE 1 A 2 DÍAS	1 día	
<b>CAPACIDAD DE BATERIA</b>	CONSUMO DIARIO*DÍAS AUTONOMOS/VOLTAJE DEL SISTEMA*PROFUNDIDAD DE CARGA	144,444 Ah	
<b>BATERÍAS EN PARALELO</b>	Ah/DÍA*DÍAS AUTONOMOS/PROFUNDIDAD DE DESCARGA/CAPACIDAD DE BATERIA	1	
<b>BATERÍAS EN SERIE</b>	VOLTAJE DEL SISTEMA/VOLTAJE DE BATERIA	12	
<b>BATERÍAS TOTALES</b>	BATERÍA EN PARALELO*BATERÍA EN SERIE	12	

➤ Cálculo Excel en la Estación VHF/DSC Hierbabuena.

SISTEMA FOTOVOLTAICO 1									
SISTEMA ESTACIONES VHF/DSC HIERBABUENA									
Equipos	Cantidad	Potencia	Eficiencia	Potencia	Voltaje		Horas	Consumo Diario	Demanda Máxima
		Aparente		de cada	Va	Vd			
		VA	%	W	c	c		Wh	W
IP Switch	1	9,89	0,8	12,3625	110		12	148,35	12,3625
Ethernet Switch	1	69	0,9	76,66667	110		12	920	76,66667
Radioenlace 1+1	4	150	0,9	166,6667	110		12	8000	166,6667
Router Switch	1	300	0,9	333,3333	110		12	4000	333,3333
Baliza de señalización	2	50	0,9	55,55556	110		12	1333,333	55,55556
Iluminación de Caseta	3	200	0,9	222,2222	110		12	8000	222,2222
Fuente de poder 110Vac-12Vdc para transceiver at 10/90 duty cycle	2	240	0,8	300	110		12	7200	300
Inversor 24Vdc a 110Vac	4	200	0,9	222,2222		24	12	10666,66667	222,2222
Consumo								40268,35	1389,029167

<b>CONSUMO DIARIO</b>	CONSUMO DIARIO*FACTOR DE PROTECCION (30%). COMPENSAR PERDIDAS	52348,85 Wh
-----------------------	---	-------------

<b>VOLTAJE DEL SISTEMA</b>	EN ESTE SISTEMA SE RECOMIENDA UTILIZAR UN VOLTAJE DE 24 V	24 V	
<b>BREAKER</b>	DEMANDA MÀXIMA/VOLTAJE DEL SISTEMA	57,87 A	
<b>POTENCIA FOTOVOLTAICA</b>	CONSUMO DIARIO/HORA SOLAR MÌNIMA	4362,404 W	
<b>TIPO DE MÒDULO</b>	VERTEX 670w (trina solar) Voc=45,7 V y Isc=18,5 A	670 W	
<b>NÙMERO DE MÒDULOS</b>	POTENCIA FOTOVOLTAICA/POTENCIA DEL MÒDULO	6,511	
<b>TIPO DE CONTROLADOR</b>	2 CONTROLADORES FM-80 CHARGE CONTROLLER MPPT V= 150 Vdc Y I=80 A. PARA SISTEMAS DE 24 V POTENCIA MÀXIMA DE PANELES DE 2500 W	90,883 A	9 MÒDULOS.
<b>TIPO DE BATERÌA</b>	BATERÌA 24 OPzV 3500 Ah de 2 V	2 V	
<b>Ah/dìa</b>	CONSUMO DIARIO/VOLTAJE DEL SISTEMA	2181,20 Ah/dìa	
<b>PROFUNDIDAD DE DESCARGA</b>	70%	0,7	
<b>DÌAS AUTÒNOMOS</b>	ENTRE 1 A 2 DÌAS	1 dìa	
<b>CAPACIDAD DE BATERIA</b>	CONSUMO DIARIO*DÌAS AUTONOMOS/VOLTAJE DEL SISTEMA*PROFUNDIDAD DE CARGA	3116,003 Ah	
<b>BATERÌAS EN PARALELO</b>	Ah/DÌA*DÌAS AUTONOMOS/PROFUNDIDAD DE DESCARGA/CAPACIDAD DE BATERIA	1	
<b>BATERÌAS EN SERIE</b>	VOLTAJE DEL SISTEMA/VOLTAJE DE BATERÌA	12	
<b>BATERÌAS TOTALES</b>	BATERÌA EN PARALELO*BATERÌA EN SERIE	12	

SISTEMA FOTOVOLTAICO 2									
SISTEMA ESTACIONES VHF/DSC HIERBABUENA									
Equipos	Cantidad	Potencia	Eficiencia	Potencia de cada Equipo	Voltaje		Horas	Consumo Diario	Demanda Máxima
		Aparente			Vac	Vdc			
		VA	%	W				Wh	W
Transreceptores VHF/DSC/C.P.	4	24	0,8	30		24	12	1440	30
Controlador SC4	1	10	0,9	11,11111		24	12	133,333	11,1111
Multiacoplador VHF	1	22	0,9	24,44444		24	12	293,3333	24,44444
Consumo								1866,667	65,5556

<b>CONSUMO DIARIO</b>	CONSUMO DIARIO*FACTOR DE PROTECCIÒN (30%). PARA COMPENSAR PÈRDIDAS	2426,666 Wh
<b>VOLTAJE DEL SISTEMA</b>	EN ESTE SISTEMA SE RECOMIENDA UTILIZAR UN VOLTAJE DE 24 V	24 V
<b>BREAKER</b>	DEMANDA MÀXIMA/VOLTAJE DEL SISTEMA	2,73 A
<b>POTENCIA FOTOVOLTAICA</b>	CONSUMO DIARIO/HORA SOLAR MÌNIMA	202,2222 W



<b>TIPO DE MÓDULO</b>	VERTEX 670w (trina solar) Voc=45,7 V y Isc=18,5 A	670 W	
<b>NÚMERO DE MÓDULOS</b>	POTENCIA FOTOVOLTAICA/POTENCIA DEL MÓDULO	1	
<b>TIPO DE CONTROLADOR</b>	1 CONTROLADOR FM-80 CHARGE CONTROLLER MPPT V= 150 Vdc Y I=80 A. PARA SISTEMAS DE 24 V POTENCIA MÁXIMA DE PANELES DE 2500 W	8,42592 A	1 MÓDULO.
<b>TIPO DE INVERSOR</b>	TGHY 4000 W INVERSOR DE ENERGÍA SOLAR DE 4000 W, 24/48 VDC A 110/220 VAC, ONDA SINUSOIDAL PURA CON 95% DE EFICIENCIA	0,95	
<b>TIPO DE BATERÍA</b>	BATERÍA 4 OPzV 240 Ah de 2 V	2 V	
<b>Ah/día</b>	CONSUMO DIARIO/EFICIENCIA DEL INVERSOR/VOLTAJE DEL SISTEMA	106,432 Ah/día	
<b>PROFUNDIDAD DE DESCARGA</b>	70%	0,7	
<b>DÍAS AUTÓNOMOS</b>	ENTRE 1 A 2 DÍAS	1	
<b>CAPACIDAD DE BATERIA</b>	CONSUMO DIARIO*DÍAS AUTONOMOS/VOLTAJE DEL SISTEMA*PROFUNDIDAD DE CARGA	144,4444 Ah	
<b>BATERÍAS EN PARALELO</b>	Ah/DÍA*DÍAS AUTONOMOS/PROFUNDIDAD DE DESCARGA/CAPACIDAD DE BATERIA	1	
<b>BATERÍAS EN SERIE</b>	VOLTAJE DEL SISTEMA/VOLTAJE DE BATERIA	12	
<b>BATERÍAS TOTALES</b>	BATERIA EN PARALELO*BATERIA EN SERIE	12	

➤ Cálculo Excel en la Estación Costera Puerto Ayora.

ESTACIÓN COSTERA PUERTO AYORA-GALÁPAGOS							
EQUIPOS	VOLTAJE		VA	Eff	POTENCIA DE CADA EQUIPO	CANTIDAD	TOTAL
	Vdc	Vac	VA	%	W		W
Receptores		110	50	0,9	55,55555556	12	666,6666667
MODEMs		110	50	0,9	55,55555556	10	555,5555556
Multiacoplador VHF		110	50	0,9	55,55555556	2	111,1111111
Computadores de escritorio		110	100	0,9	111,1111111	6	666,6666667
Controlador SC4		110	10	0,9	11,11111111	4	44,44444444
IP Switch		110	9,89	0,8	12,3625	2	24,725
Ethernet Switch		110	69	0,9	76,66666667	2	153,3333333
Radioenlace 1+1		110	150	0,9	166,6666667	4	666,6666667
Router Switch		110	300	0,9	333,3333333	2	666,6666667
Instalaciones Eléctricas		110	3000	0,9	3333,333333	1	3333,333333
Consumo							6889,169444

SUBTOTAL	6889,169444
RESERVA DEL 30%	2066,750833
TOTAL	8955,920278

POTENCIA APARENTE NECESARIA	11194,90035
TIPO DE UPS	Smart-UPS RT de APC 15 kVA RM 230 V
CAPACIDAD DEL UPS	12kW/15kVA
MÀXIMA CAPACIDAD UTILIZADA	75%
VOLTAJE NOMINAL	130V
BATERIAS RESERVA	4 BATERIAS
TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO	13m
GRUPO ELECTRÓGENO	K10M IV-SDMO
CAPACIDAD DEL GENERADOR	10kW/10kVA

➤ Cálculo Excel en la Estación MF-HF Bellavista.

SISTEMA TX MF-HF BELLAVISTA, LITORAL CONTINENTAL							
EQUIPOS	VOLTAJE		VA	Eff	POTENCIA DE CADA EQUIPO	CANTIDAD	TOTAL
	Vdc	Vac	VA	%	W		
Transreceptores VHF/DSC/C.P.		220	2000	0,8	2500	3	7500
Controlador SC4		110	10	0,9	11,11111111	1	11,11111111
IP Switch		110	9,89	0,8	12,3625	1	12,3625
Ethernet Switch		110	69	0,9	76,66666667	1	76,66666667
Radioenlace 1+1		110	150	0,9	166,6666667	2	333,3333333
Router Switch		110	300	0,9	333,3333333	1	333,3333333
Instalaciones Eléctricas		110	1000	0,9	1111,111111	2	2222,222222
Consumo							10489,02917

SUBTOTAL	10489,02917
RESERVA DEL 30%	3146,70875
TOTAL	13635,73792

POTENCIA APARENTE NECESARIA	17044,6724
TIPO DE UPS	APC Smart-UPS RT 20kVA 230V
CAPACIDAD DEL UPS	20kW/20kVA
MÀXIMA CAPACIDAD UTILIZADA	85%
VOLTAJE NOMINAL	230V

CORRIENTE MAXIMA	87.0A
BATERIAS RESERVA	6 BATERIAS
TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO	4m 12s
GRUPO ELECTRÓGENO	T16UM IV- SDMO
CAPACIDAD DEL GENERADOR	15kW/15kVA

➤ Cálculo Excel en la Estación Costera Manta.

ESTACIÓN COSTERA MANTA-MANABÌ, LITORAL CONTINENTAL							
EQUIPOS	VOLTAJE		VA	Eff	POTENCIA DE CADA EQUIPO	CANTIDAD	TOTAL
	Vdc	Vac	VA	%	W		
Receptores		110	50	0,9	55,5555556	12	666,666667
MODEMs		110	50	0,9	55,5555556	12	666,666667
Multiacoplador VHF		110	50	0,9	55,5555556	2	111,111111
Computadores de escritorio		110	100	0,9	111,111111	6	666,666667
Controlador SC4		110	10	0,9	11,1111111	4	44,4444444
IP Switch		110	9,89	0,8	12,3625	2	24,725
Ethernet Switch		110	69	0,9	76,6666667	2	153,333333
Radioenlace 1+1		110	150	0,9	166,666667	4	666,666667
Router Switch		110	300	0,9	333,333333	2	666,666667
Instalaciones Eléctricas		110	3000	0,9	3333,33333	1	3333,33333
Consumo							7000,28056

SUBTOTAL	7000,28056
RESERVA DEL 30%	2100,08417
TOTAL	9100,36472

POTENCIA APARENTE NECESARIA	11375,4559
TIPO DE UPS	Smart-UPS RT de APC 15 kVA RM 230 V
CAPACIDAD DEL UPS	12kW/15kVA
MÀXIMA CAPACIDAD UTILIZADA	95%
VOLTAJE NOMINAL	130V
BATERIAS RESERVA	4 BATERIAS
TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO	9m 2s
GRUPO ELECTRÓGENO	K10M IV-SDMO
CAPACIDAD DEL GENERADOR	10kW/10kVA

➤ Cálculo Excel en la Estación MF-HF Jaramijó.

SISTEMA MF-HF JARAMIJÓ, LITORAL CONTINENTAL							
EQUIPOS	VOLTAJE		VA	Eff	POTENCIA DE CADA EQUIPO	CANTIDAD	TOTAL
	Vdc	Vac	VA	%	W		W
Transreceptores VHF/DSC/C.P.		220	2000	0,8	2500	4	10000
Controlador SC4		110	10	0,9	11,11111111	1	11,11111111
IP Switch		110	9,89	0,8	12,3625	1	12,3625
Ethernet Switch		110	69	0,9	76,66666667	1	76,66666667
Radioenlace 1+1		110	150	0,9	166,6666667	2	333,3333333
Router Switch		110	300	0,9	333,3333333	1	333,3333333
Instalaciones Eléctricas		110	1000	0,9	1111,111111	2	2222,222222
Consumo							12989,02917

SUBTOTAL	12989,02917
RESERVA DEL 30%	3896,70875
TOTAL	16885,73792

POTENCIA APARENTE NECESARIA	21107,1724
TIPO DE UPS	APC Smart-UPS RT 20kVA 230V
CAPACIDAD DEL UPS	25kW/25kVA
MÁXIMA CAPACIDAD UTILIZADA	84%
VOLTAJE NOMINAL	208V
CORRIENTE MAXIMA	91.0A
BATERIAS RESERVA	6 BATERIAS
TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO	3m 12s
GRUPO ELECTRÓGENO	J20UM IV-SDMO
CAPACIDAD DEL GENERADOR	20kW/20kVA

## Bibliografía

- Academia Desarrollo . (2018). *Desarrollo de un regulador de carga para sistemas fotovoltaicos aplicando instrumentación virtual*. Obtenido de file:///C:/Users/nuevo/Downloads/Dialnet-DesarrolloDeUnReguladorDeCargaParaSistemasFotovolt-3764207.pdf
- Alexander, C. K. (2004). *Fundamentos de circuitps electricos*. Mexico.
- Areatecnologica. (2017). *Inversor Fotovoltaiico*. Obtenido de <https://www.areatecnologia.com/electricidad/inversor-fotovoltaiico.html>
- Bayod Rújula, A. A. (2009). *Energias renovables. Sistemas fotovalticos*. Pressas Universitarias de zaragoza, Zaragoza-España.
- Bravo, L. (2020). *Centro Americano de Estudios Superiores de la Marina Mercante*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=ITwneOu7uNk>
- Brihuega, D. (2014). *Electricidad Básica*. Madrid, España: RA-MA, S.A. Editorial y publicaciones.
- Chapman, S. J. (2012). *Maquinas elètricas*. Mexico.
- Colino Martínez, A., & Caro, R. (29 de enero de 2004). *Sistema de generación eléctrica*. Obtenido de file:///C:/Users/nuevo/Downloads/Dialnet-SistemasDeGeneracionElectrica-4548653.pdf
- Componentes de una instalacion solar fotovoltaica*. (s.f.).
- Guia Tècnica. (2013). *Sistema de alimentaciòn interrumpida*.
- Internacional, O. M. (2020). *Introducción a la OMI*. Obtenido de <https://www.imo.org/es/About/Pages/Default.aspx>
- Inversor Schneider Electric*. (s.f.). Obtenido de <https://www.amazon.es/Schneider-Electric-Conext-4024-inversor-Cargador/dp/B074H1VKRJ>
- Istock. (2019). *Sol carga el acumulador*. Obtenido de <https://www.istockphoto.com/es/foto/sol-carga-el-acumulador-el-concepto-de-dise%C3%B1o-de-la-energ%C3%ADa-solar-ilustraci%C3%B3n-3d-gm882871620-245624658>
- Legrand, C. (s.f.). *Qué es el sistema de alimentación ininterrumpida*. Obtenido de <https://legrand.com.pe/que-es-el-sistema-de-alimentacion-ininterrumpida/>
- Lozano Trebol, A. (2016). *Diseño de un ambiente virtual de aprendizaje para el programa de formación de control de tráfico marítimo*. Titulaciòn, Corporacion Universitaria Minuto de Dios Facultad de Educación , Colombia.

- Mazur, G. (2014). *Resistencia de tierra física*. Estados Unidos.
- Medios Inalambricos*. (s.f.). Obtenido de <https://coggle.it/diagram/YLYil2xg72F-w7ko/t/medios-inalambricos>
- Mírez Tarrillo, J. (2012). *Sistemas de almacenamiento de energía*.
- Nieves Gonzu. (2020). *Inducción electromagnética*. Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico.
- Oficina de reglamentos y publicaciones marítimas. (Enero de 2003). *Cartilla Radiotelefónica del Servicio Móvil Marítimo*. (TM-021, Editor) Obtenido de <https://dokumen.site/download/car-till-a-radio-telefonica-a5b39f06071f10>
- Oficina de reglamentos y publicaciones marítimas. (Enero de 2003). *Cartilla Radiotelefónica del Servicio Móvil Marítimo*. (TM-021, Editor) Obtenido de <https://dokumen.site/download/car-till-a-radio-telefonica-a5b39f06071f10>
- OMI. (2020). *Introducción a la OMI*. Obtenido de Organización Marítima Internacional: <https://www.imo.org/es/About/Pages/Default.aspx>
- Omperez. (26 de Noviembre de 2013). *UPS y Estabilizadores*. Obtenido de Tecnicos en sistemas: <https://tecsystems.wordpress.com/2013/11/26/ups-estabilizadores/>
- Potencia para requerimientos de alta capacidad*. (s.f.). Obtenido de [16%200PzV%20230%20BATERIAS%20CROCKER%20\(2\).pdf](https://www.200PzV.com/20230/BATERIAS/CROCKER(2).pdf)
- Pozu, E. (2019). *Optimizaciòn de la operaciòn y del mantenimiento preventivo de un sistema de socorro maritimo que usa el sistema movi por satellite*. titulaciòn, Universidad Ricardo Palma, Lima-Peru.
- Prosumidores. (2012). *Módulo 4: reguladores, inversores y baterías*. Obtenido de <https://www.santafe.gob.ar/ms/academia/wp-content/uploads/sites/27/2019/12/M%C3%B3dulo-4-Inversores-reguladores-bater%C3%ADas.pdf>
- Regulador MPPT FLEX max FM80* . (s.f.). Obtenido de <https://www.monsolar.com/regulador-solar-mppt-80-amperios-outback-fm80.html>
- Reyes, J. (2013). *Importancia y evolucion de las Tics en el transporte maritimo*. Derecho marítimo iberoamericano.
- Reyes, L. J. (2013). *Importancia y evolucion de las Tics en el transporte maritimo*. Derecho marítimo iberoamericano.

- Rodríguez Pozueta, M. (2018). *Máquinas Eléctricas II*. España: Departamento de Ingeniería Eléctrica y Energética.
- Rojas, G. (2018). *Grupos electrógenos: principios básicos*. Venezuela.
- Salcedo, A. (2017). *Plan de ordenamiento del espacio marítimo costero*. Armada del Ecuador.
- Tobajas Vasquez, M. (2014). *Instalaciones solares fotovoltaicas*. Cano Pina.
- Trina Solar Vertex 670 W. (s.f.). Obtenido de <https://static.trinasolar.com/sites/default/files/BrochureVertex670W-EN.pdf>



Presidencia  
de la República  
del Ecuador



Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes



SENESCYT  
Secretaría Nacional de Educación Superior,  
Ciencia, Tecnología e Innovación

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Gómez Deleg, Carlos William** con C.C: # 092384855-0 autor del Trabajo de Integración Curricular: **Diseño de sistemas de respaldo de energía, para las estaciones de comunicaciones de seguridad marítima del Estado Ecuatoriano en el Litoral Continental e Insular Galápagos** previo a la obtención del título de **INGENIERO EN ELECTRICIDAD** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 3 de marzo del 2022

f. \_\_\_\_\_

Nombre: Gómez Deleg, Carlos William

C.C: 092384855-0





Presidencia  
de la República  
del Ecuador



Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes



SENESCYT  
Secretaría Nacional de Educación Superior,  
Ciencia, Tecnología e Innovación

## **REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

### **FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN**

<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>	Diseño de sistemas de respaldo de energía, para las estaciones de comunicaciones de seguridad marítima del Estado Ecuatoriano en el Litoral Continental e Insular Galápagos		
<b>AUTOR(ES)</b>	Gómez Deleg, Carlos William		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	M. Sc. Bohórquez Escobar, Celso Bayardo		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
<b>CARRERA:</b>	Ingeniería en Electricidad		
<b>TITULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero en Electricidad		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	3 de marzo del 2022	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	119
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Energías Renovables, Protecciones Eléctricas, Respaldos eléctricos.		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	Comunicación, Estaciones remotas VHF, Energía renovable, equipos transreceptores MF y HF, Embarcaciones de emergencia y socorro, equipo satelital VHF o MF/HF.		
<p>La Organización Marítima Internacional (OMI), a través del Convenio Internacional para Salvaguardar de la Vida Humana en el Mar (SOLAS), dispuso que, a partir del año 1999, se implementó en todo el mundo el Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítima (S.M.S.S.M.), el cual tiene como fin asegurar las comunicaciones de socorro y emergencia entre los buques en siniestro y las Estaciones Costeras del país ribereño, de forma expedita y con un 100% de confiabilidad. El propósito del Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítima es el de alertar rápidamente a las Estaciones Costeras, por ende, a la Autoridad Marítima Nacional, así como también a otros buques, de que existe una embarcación en emergencia, para que de esta forma proceder con la búsqueda y salvamento en el menor tiempo posible. Dentro de las Estaciones Costeras deben disponer de estaciones remotas VHF en zonas lo más altas posibles y con bastante proximidad al área marítima Continental e Insular, de la misma forma deben incluir equipos transmisores MF y HF, sin necesidad de tanta altura y por último equipo satelital para las comunicaciones en alta mar, fuera del alcance del VHF o MF/HF. Y por último hay que indicar que el proyecto, al incluir energías renovables y por ende ser completamente amigable con el medio ambiente y al utilizar sitios que ya dispone la Autoridad Marítima, no implica ningún tipo de afectación a la naturaleza, por lo que no se requiere un estudio de impacto ambiental.</p>			
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> +593986110245	<b>E-mail:</b> <a href="mailto:carloswgomez8@gmail.com">carloswgomez8@gmail.com</a>	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN: COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE</b>	<b>Nombre:</b> Palacios Meléndez, Edwin Fernando		
	<b>Teléfono:</b> +593-9-67608298		
	<b>E-mail:</b> <a href="mailto:edwin.palacios@cu.ucsg.edu.ec">edwin.palacios@cu.ucsg.edu.ec</a>		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>No. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>No. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			