

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería

“Optimización de la generación eléctrica para abastecer el
consumo de una base de radiotransmisión estacionaria”

Trabajo de graduación en modalidad de tesis presentado por
Angel Manuel Santos Rivera
para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería en Tecnología
Industrial

Guatemala,
2016

“Optimización de la generación eléctrica para abastecer el consumo de una base de radiotransmisión estacionaria”

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería



“Optimización de la generación eléctrica para abastecer el consumo de una base de radiotransmisión estacionaria”

Trabajo de graduación en modalidad de tesis presentado por
Angel Manuel Santos Rivera
para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería en Tecnología
Industrial

Guatemala,
2016

o. Bo.:

(f) Thylma Chamorro
M.Sc. Thylma María Chamorro Batres

Tribunal examinador:

(f) Thylma Chamorro
M.Sc. Thylma María Chamorro Batres

(f) Jorge Méndez Costa
Ing. Jorge Méndez Costa

(f) Fernando Rivera Turcios
Ing. Fernando Rafael Rivera Turcios

Fecha de aprobación: Guatemala 28 de Enero de 2016

ÍNDICE

LISTADO DE FIGURAS	viii
LISTADO DE TABLAS	ix
RESUMEN	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
A. General:.....	2
B. Específicos:	2
III. MARCO TEÓRICO	3
A. ZONAS CLIMÁTICAS DE GUATEMALA	3
1. Las planicies del norte.Comprende las planicies de El Petén..	3
2. Franja transversal del norte..	3
3. Meseta y altiplanos.	3
4. La bocacosta.....	4
5. Planicie costera del Pacífico.	4
6. Zona oriental	4
B. CUENCAS HIDROGRÁFICAS DE GUATEMALA	5
C. ADMINISTRACIÓN DE DESASTRES	6
1. Desastre.....	6
2. Las fases en la administración de desastres	7
3. Definición de Administración de Desastres.....	7
4. Objetivos de la Administración de Desastres	8
5. Administrador de Desastres.	8
6. El rol de un administrador de desastres.	8
7. Elementos en Administración en Desastres.	8
8. Estrategias de control de desastres.....	9
9. Filosofía para prevenir desastres.....	9
D. GESTIÓN DEL RIESGO	9
E. ADMINISTRACIÓN DE PÉRDIDAS.....	10
F. ENERGÍA RENOVABLE.....	10
1.Ventajas de la energía renovable	11

2. Energía fotovoltaica.....	13
G. SAT.....	14
1. Conocimiento del riesgo	15
2. Monitoreo y seguimiento.....	16
3. Difusión y comunicación	16
4. Capacidad de respuesta.....	17
IV. METODOLOGÍA.....	18
A. TIPO DE INVESTIGACIÓN	18
B. PRIMERA FASE DE GABINETE.....	18
C. FASE DE CAMPO	18
D. SEGUNDA FASE DE GABINETE.....	19
V. RESULTADOS	21
A. Situación actual.....	21
B. Impacto en las comunidades	21
C. Descripción de los elementos de una base de radiotransmisión estacionaria	21
D. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE CADA BASE.....	22
1. Módulo fotovoltaico.....	22
2. Acumuladores	24
a. Acumuladores de plomo - ácido de electrolito líquido	24
b. Baterías selladas Gelificadas.....	25
3. Reguladores de Voltaje.....	26
a. Carga Profunda.....	26
b. Carga de Flotación.....	26
c. Desconexión de consumo por baja tensión en la batería.....	26
d. Alarma por baja tensión de batería	27
e. Protecciones típicas.....	27
f. Indicadores de estado / señalizadores habituales	27
g. Parámetros a calcular dimensionamiento.....	28
4 Radios de comunicación	28
a. Motorola EM400.....	28
E. Etimología de las BRTE.....	29
F. Principales problemas encontrados.....	32

G.	Bitácoras de mantenimiento y tablas de control	32
VI.	CONCLUSIONES	37
VII.	RECOMENDACIONES.....	38
VIII.	BIBLIOGRAFÍA	39
IX.	ANEXOS	41
X.	GLOSARIO	51

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Climas de Guatemala.....	5
Figura 2. Matriz energética de Guatemala.....	11
Figura 3. Proyección energética 2020.....	12
Figura 4. Demanda energética requerida diaria promedio.....	13
Figura 5. Radiación solar media diaria.....	14
Figura 6. Inundaciones en la costa Sur el país.....	15
Figura 7. Inundaciones en la costa Sur el país.....	15
Figura 8. Equipos de monitoreo de caudales de ríos.....	16
Figura 9. Componente técnico de un SAT.....	16
Figura 9. Capacidad de respuesta de las comunidades.....	17
Figura 10. Diagrama unifilar de una base de radiotransmisión estacionaria.....	21
Figura 11. Módulo fotovoltaico Kyocera kc50.....	22
Figura 12. Acumuladores plomo-ácido 6v y 12v ciclo profundo.....	24
Figura 14. Acumuladores Níquel - cadmio.....	25
Figura 15. Regulador de voltaje.....	28
Figura 16. Radio Motorola EM400.....	28

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Cuencas de la vertiente del Pacífico.....	6
Tabla 2. Especificaciones del modulo Kc50.....	23
Tabla 3. Horas de sol promedio mensual.....	23
Tabla 4. Características de rendimiento.....	29
Tabla 5. Características físicas.....	29
Tabla 6. Datos base Rancho.....	30
Tabla 7. Datos base Brito.....	30
Tabla 8. Datos base Atitán 1.....	31
Tabla 9. Datos base Atitán 2.....	31
Tabla 10. Datos base del puente.....	31

RESUMEN

Guatemala es un país que posee mucha riqueza en su diversidad de climas, suelos, recursos naturales y áreas geográficas entre otros factores, con la particularidad que no se cuenta con la información actualizada de dichos factores antes mencionados porque nuestro nivel de investigación es muy bajo.

Actualmente es muy notorio que nuestro medio ambiente ha sufrido cambios drásticos provocados en gran parte por la contaminación de la región, la alteración y modificación de caudales en algunos ríos, la deforestación y el crecimiento demográfico en áreas rurales vulnerables a las inundaciones y deslaves.

La mayor parte de nuestras instituciones gubernamentales no cuentan con el equipo adecuado para la investigación, así como también no tienen la mística de trabajo con enfoque preventivo. Por lo cual, la tendencia para solucionar esta situación es con base en su experiencia; el ser humano está paradójicamente diseñado para actuar cuando ya los sucesos se han realizado sin tener en la mayoría de los casos la información necesaria para tomar decisiones asertivas y tener un mejor control de los acontecimientos.

Solo a través de la investigación continua, el monitoreo constante en los puntos estratégicos de las estaciones de radiotransmisión, y poseer los canales de comunicación apropiados podrá obtener la información del momento que se requiera y mayor precisión en la misma.

Dentro de CONRED se está manejando la estrategia de la implementación de las bases de radiotransmisión estacionarias para la recopilación de información el cual a brindado muy buenos resultados en la parte investigativa y para dar el apoyo adecuado a las comunidades que están en áreas de mayor riesgo. Se realizó un estudio a los sistemas de generación eléctrica de las bases de radiotransmisión estacionaria de la cuenca del Río María Linda ubicado al Este del departamento de Escuintla, debido a la manifestación de fallas en la alimentación energética del sistema de radiotransmisión. Los sistemas están integrados por: un subsistema de captación de energía (1 módulo fotovoltaico), subsistema de acumulación o almacenaje de energía (1 acumulador o batería), subsistema de regulación (regulador de carga y descarga), subsistema de radiotransmisión (1 radio Motorola EM 400), el cableado y transporte de la energía entre los diferentes subsistemas.

Estos sistemas son operados por personas voluntarias que viven en áreas estratégicas de comunidades con un alto riesgo a inundaciones con el propósito de reportar todos los días el comportamiento del Río María Linda, esto ha ayudado a CONRED a detectar las elevaciones anormales del caudal en la cuenca y así poder tomar la mejor decisión para el bienestar de las comunidades más vulnerables de las laderas del río y partes bajas de la zona.

Se diseñó un sistema óptimo para satisfacer las necesidades energéticas demandas para el funcionamiento permanente de las bases de radiotransmisión estacionaria.

I. INTRODUCCIÓN

El Sol es la fuente de energía más grande que ha utilizado el ser humano a través de la historia en forma de luz y calor; es la fuente de vida y origen de las demás formas de energía que conocemos, puede satisfacer todas nuestras necesidades si aprendemos cómo aprovecharla de forma racional y controlada. Ha brillado en el cielo desde hace unos cinco mil millones de años, y se calcula que todavía no ha llegado ni a la mitad de su existencia. A través de la evolución de las sociedades humanas se emplearon diversas fuentes de energía, las cuales fueron remplazadas a medida que se descubrían nuevas fuentes más eficientes. Para el año 1990, el suministro de energía eléctrica con energías renovables era del 92% por hidroeléctricas y el resto por combustibles fósiles; pero en el año 2005 las hidroeléctricas tuvieron una participación del 40% y los combustibles fósiles el 60%. La misma ambición del ser humano lo ha llevado a utilizar fuentes de transformación de energía más rápida en afán de satisfacer la demanda energética mundial pero ha olvidado dos cosas muy importantes; sus recursos son limitados y la contaminación que produce es elevada.

En países como el nuestro que empezó su historial de consumo eléctrico a finales del siglo XVIII con la implementación de la primera hidroeléctrica en la finca el Zapote al norte de la ciudad capital, es increíble como en estos 131 años de poseer un mercado eléctrico activo, en los últimos 20 años ha triplicado su generación con la implementación de plantas cogeneradoras, motores reciprocantes, turbinas de gas entre otras. Debido al impacto ambiental que han generado estas plantas han creado una muy buena oportunidad para implementar generadoras que su primotor funcione con energías renovables como hidráulicas, geotérmicas y eólicas como también muy recientemente la generación fotovoltaica, enfatizando que son recursos abundantes e infinitos y lo más importante es que su contaminación es mínima al medio ambiente.

En los últimos 10 años se ha estudiado a profundidad con la ayuda técnica y financiera del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) a través del Proyecto Solar and Wind Energy Resource Assessment (SWERA) se cuentan con mapas del potencial eólico y solar de la República de Guatemala, concluyendo que la radiación solar percibida en la mayor parte del territorio de Guatemala permite el desarrollo de sistemas eléctricos muy eficientes utilizando energía solar. Actualmente la energía solar fotovoltaica para generación eléctrica se está aplicando en áreas rurales, comercios y empresas, proyectos de investigación entre otras.

Este proyecto de investigación tiene como objetivo plantear una propuesta óptima para satisfacer la demanda energética de una base de radiotransmisión estacionaria, tomando como referencia las estaciones de radiotransmisión ya existentes en la cuenca del Río María Linda ubicado al Este del departamento de Escuintla, con la particularidad que su transmisión es irregular debido a la deficiencia energética que presenta su sistema de generación eléctrica.

II. OBJETIVOS

A. General:

Realizar una propuesta de funcionamiento óptimo para satisfacer la demanda energética de una base de radiotransmisión estacionaria en la cuenca del Río María Linda para hacer el proceso más eficiente.

B. Específicos:

- Realizar el análisis de cada elemento de una base de radiotransmisión estacionaria para establecer las características óptimas de funcionamiento y requerimientos de cada uno de ellos.
- Identificar los problemas que afecten el funcionamiento efectivo de las bases de radiotransmisión del Río María Linda.
- Establecer el diseño de una bitácora de mantenimiento en cada base de radiotransmisión para llevar un registro y control de los servicios realizados en cada equipo.

III. MARCO TEÓRICO

A. ZONAS CLIMÁTICAS DE GUATEMALA

Guatemala es un país que posee una riqueza de climas y suelos su área geográfica es propicia para generar una variedad de climas quienes son los promotores de toda la biodiversidad que existe en nuestro territorio. El clima es producto de los factores astronómico, geográfico y meteorológico, adquiriendo características particulares por la posición geográfica y topografía del país, climáticamente se ha zonificado al país en seis regiones perfectamente caracterizadas por el sistema de Thorntwaite.

1. Las planicies del norte. Comprende las planicies de El Petén. La región norte de los departamentos de Huehuetenango, El Quiché, Alta Verapaz e Izabal. Las elevaciones oscilan entre 0 a 300 metros snm. El ascenso se realiza mientras se interna en el territorio de dichos departamentos, en las estribaciones de las Sierras de Chamá y Santa Cruz.

Es una zona muy lluviosa durante todo el año aunque de junio a octubre se registran las precipitaciones más intensas. Los registros de temperatura oscilan entre los 20 y 30 °C.

En esta región se manifiestan climas de género cálidos con invierno benigno, variando su carácter entre muy húmedos, húmedos y semisecos, sin estación seca bien definida. La vegetación característica varía entre selva y bosque.

2. Franja transversal del norte. Definida por la ladera de la sierra de los Cuchumatanes Chamá y las minas, norte de los departamentos de Huehuetenango, El Quiché, Alta Verapaz y Cuenca del Río Polochic. Las elevaciones oscilan entre los 300 hasta los 1400 metros snm, es muy lluviosa y los registros más altos se obtienen de junio a octubre, los niveles de temperatura descienden conforme aumenta la elevación.

En esta región se manifiestan climas de género cálido con invierno benigno, cálidos sin estación seca bien definida y semicálidos con invierno benigno, su carácter varía de muy húmedos sin estación seca bien definida. La vegetación característica es de selva a bosque.

3. Meseta y altiplanos. Comprende la mayor parte de los departamentos de Huehuetenango, El Quiché, San Marcos, Quetzaltenango Totonicapán, Sololá, Chimaltenango, Guatemala, sectores de Jalapa y las Verapaces. Las montañas definen mucha variabilidad con elevaciones mayores o iguales a 1,400 metros snm, generando diversidad de microclimas, son regiones densamente pobladas por lo que la acción humana se convierte en factor de variación apreciable.

Las lluvias no son tan intensas, los registros más altos se obtienen de mayo a octubre, en los meses restantes estas pueden ser deficitarias, en cuanto a la temperatura en diversos puntos de esta región se registran los valores más bajos de país.

En esta región existen climas que varían de templados y semifríos con invierno benigno a semicálidos con invierno benigno, de carácter húmedo y semiseco con invierno seco.

4. **La bocacosta.** Es una región angosta que transversalmente se extiende desde el departamento de San Marcos hasta el de Jutiapa, situada en la ladera montañosa de la Sierra Madre, en el descenso desde el altiplano hacia la planicie costera del Pacífico, con elevaciones de 300 a 1,400 metros snm. Las lluvias alcanzan los niveles más altos del país juntamente con la transversal del norte, con máximos pluviométricos de junio a septiembre, los valores de temperatura aumentan a medida que se desciende hacia el litoral del Pacífico.

En esta región existe un clima generalizado de género semicálido y sin estación fría bien definida, con carácter de muy húmedo, sin estación seca bien definida, en el extremo oriental varía a húmedo y sin estación seca bien definida. La vegetación característica es selva.

5. **Planicie costera del Pacífico.** Esta región también se extiende desde el departamento de San Marcos hasta el de Jutiapa, con elevaciones de 0 a 300 metros snm.

Las lluvias tienden a disminuir conforme se llega al litoral marítimo con deficiencia durante parte del año, los registros de temperatura son altos.

En esta región existen climas de género cálido sin estación fría bien definida. Con carácter húmedo con invierno seco, variando a semiseco. Con invierno seco. La vegetación varía de bosque a pastizal en el sector oriental.

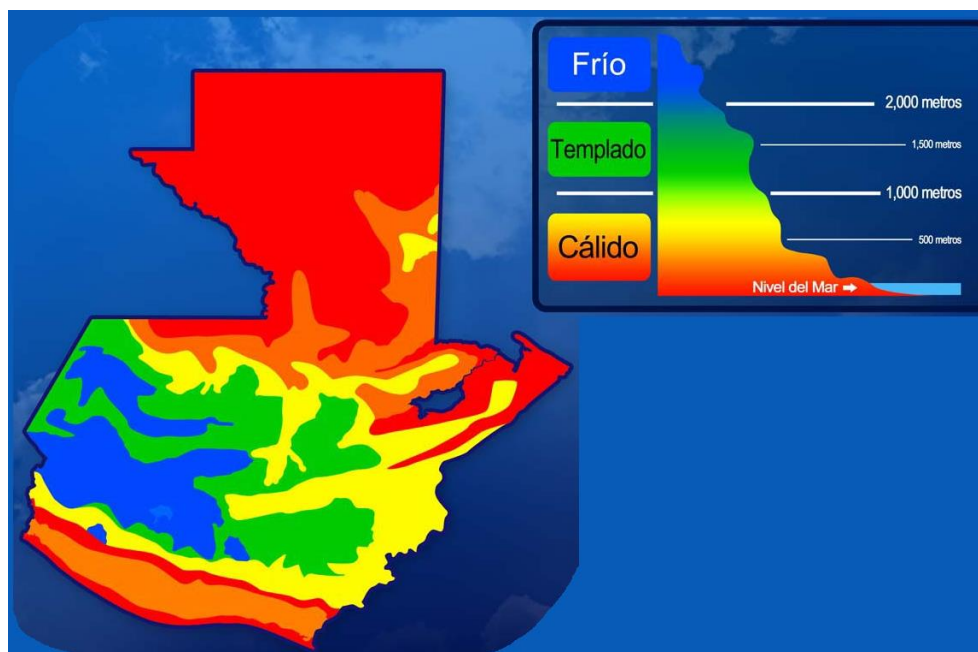
6. **Zona oriental.** Comprende la mayor parte del departamento de Zacapa y sectores de los departamentos de El Progreso, Jalapa Jutiapa y Chiquimula, el factor condicionante es el efecto de sombra pluviométrica que ejercen las sierras De Chuacus y De Las Minas y a lo largo de toda la cuenca del Río Motagua, las elevaciones son menores o iguales a 1,400 metros snm.

La característica principal es la deficiencia de lluvia (la región del país donde menos llueve) con marcado déficit la mayoría del año y con los valores más altos de temperatura.

En esta región se manifiestan climas de género cálido con invierno seco, variando su carácter de semisecos sin estación seca bien definida hasta secos. La vegetación característica es el pastizal.

El estudio de los climas es importante en esta investigación porque nos da información del comportamiento ambiental de las áreas estratégicas que se han analizado para establecer las bases de radiotransmisión estacionaria para el análisis del comportamiento de zonas o cuencas que representen un riesgo potencial, tomando en cuenta que lo importante es que las mismas se encuentren en las zonas más cálidas para obtener mayor captación de radiación solar y menor humedad.

Figura 1. Climas de Guatemala



Fuente: Enciclopedia Guatemala

B. CUENCAS HIDROGRÁFICAS DE GUATEMALA

Debido a su sistema geográfico específicamente sus zonas de bosque en Guatemala se determinan tres grandes regiones hidrográficas las que se conocen con el nombre de vertientes: vertiente del Pacífico, vertiente del Golfo y vertiente del Atlántico.

En nuestra investigación nos enfocaremos en la vertiente del Pacífico que es la que cuenta con la mayor cantidad de ríos (18 de los 38 existentes), con la particularidad que sus ríos son cortos y de velocidades rápidas alimentados por toda la precipitación que se generan en las partes altas y boscosas de las cuencas. Es importante mencionar que una cuenca hidrográfica se define como una unidad territorial en la cual el agua que cae por precipitación se reúne y escurre a un punto común o que fluye toda al mismo río, lago, o mar. En esta área viven comunidades que han creado una diversidad de ecosistemas y que en la mayoría de los casos, han creado áreas con mucha promiscuidad a inundaciones generadas esencialmente por el aumento demográfico, la tala de árboles y la manipulación de cauces de ríos.

La cuenca María Linda es la que mas actividad hidrográfica tiene de la vertiente del Pacífico con 2,572 Km² pasando por 29 municipios lo que la convierte en la cuenca con mayor zona territorial y con el caudal más rápido con una velocidad de 69.92m³/seg. En la parte más baja de la cuenca, laderas y en su desembocadura que encuentra en los municipios de San José e Iztapa son las áreas con mayor vulnerabilidad a inundaciones, afectando severamente a muchas personas que han perdido sus pertenencias y en algunos casos la vida. Esto ha despertado el interés por monitores de una manera más cerca esta cuenca.

Tabla 1. Cuencas de la vertiente del Pacífico.

Vertiente	Cuenca		Área			Disponibilidad total 2006* (Millones de mts ³)		Caudal en m ³ /seg.
			KM ²	% Cuenca	% Nacional			
P a c í f i c o	1.01	Coatán	272	1%	0.2%	148	1%	4.69
	1.02	Suchiate	1,057	4%	1.0%	1,637	7%	51.91
	1.03	Naranjo	1,273	5%	1.2%	2,225	9%	70.55
	1.04	Ocosito	2,035	8%	1.9%	2,208	9%	70.02
	1.05	Samalá	1,510	6%	1.4%	1,330	6%	42.17
	1.06	Sis-icán	919	4%	0.8%	1,064	4%	33.74
	1.07	Nahualate	1,941	8%	1.8%	2,506	11%	79.46
	1.08	Atitlán	541	2%	0.5%	333	1%	10.56
	1.09	Madre Vieja	878	4%	0.8%	932	4%	29.55
	1.1	Coyolate	1,648	7%	1.5%	2,176	9%	69.00
	1.11	Acomé	807	3%	0.7%	685	3%	21.72
	1.12	Achiguate	1,291	5%	1.2%	1,584	7%	50.23
	1.13	Maria Linda	2,572	11%	2.4%	2,205	9%	69.92
	1.14	Paso Hondo	721	3%	0.7%	463	2%	14.68
	1.15	Los Esclavos	2,271	9%	2.1%	2,103	9%	66.69
	1.16	Paz	1,732	7%	1.6%	964	4%	30.57
	1.17	Ostúa - Güija	2,243	9%	2.1%	1,018	4%	32.28
	1.18	Olopa	310	1%	0.3%	229	1%	7.26
Sub Total	18 cuencas		24,021	100%	22%	23,810	26%	755.01

Fuente: Walter Vardales, documento Recursos Hídricos

C. ADMINISTRACIÓN DE DESASTRES

1. Desastre. El entendimiento de los desastres y las emergencias o los incidentes críticos es importante para la planificación de los servicios de salud mental de emergencia para los varios sectores de la población, incluyendo los niños y las familias. La naturaleza de los desastres es universal. A través de las investigaciones científicas y la vasta experiencia del personal de administración de emergencias, salud mental y en la profesión de servicios humanos. Se han identificado características comunes a situaciones de desastres.

Se entiende por administración de desastres, el cuerpo de las políticas y decisiones administrativas y actividades operacionales que pertenecen a las diferentes etapas del desastre en todos sus niveles.

Está sustentado en el conjunto de conocimientos, medidas, acciones y procedimientos, que juntamente con el uso racional de recursos humanos y materiales, se orientan hacia el planeamiento, organización, dirección, ejecución y control de las actividades que permitan evitar o reducir los efectos de los desastres sobre las poblaciones y las infraestructuras de servicios y productivas.

2. Las fases en la administración de desastres. Las acciones y tareas realizadas para la administración o manejo de desastres son permanentes en el tiempo y en el espacio, conformando un ciclo comprendido por tres fases:

- El antes (Prevención, Preparación y Alerta), que comprende las medidas y acciones diseñadas para evitar o reducir el desastre;
- El durante (Respuesta) constituida por el conjunto de actividades y medidas utilizadas durante e inmediatamente después de ocurrido el desastre para minimizar sus efectos, comprende también las labores de salvamento, búsqueda y rescate.
- El después (Rehabilitación y Reconstrucción), conformada por acciones para la recuperación del estado luego de el desastre.

3. Definición de Administración de Desastres. La Administración de Desastres puede ser definida como el rango de actividades diseñadas para mantener control sobre situaciones de desastre y emergencia y dar un marco para ayudar a personas en riesgo para evitar o recuperarse del impacto de los desastres. La Administración de Desastres trata con situaciones que ocurren antes, durante y después del desastre.

El término Administración de desastres abarca el ámbito completo de las actividades relacionadas con desastres. Tradicionalmente la gente tiende a pensar de la Administración de Desastres sólo en términos de las acciones post-desastre tomados por los oficiales de alivio y reconstrucción; sin embargo, la administración de desastres cubre un ámbito mucho más amplio, y muchos administradores de desastres modernos pueden encontrarse mucho más involucrados en actividades de pre-desastre que en respuesta post-desastre. Esto es porque muchas personas quienes trabajan en el campo de desarrollo o quienes planean proyectos de desarrollos económicos, urbanos, regionales y agrícolas de rutina, tienen responsabilidades de administración de desastres. Por ejemplo, los especialistas en urbanización al planear un proyecto de casas de bajos ingresos en un área propensa a desastres tienen la oportunidad (y la obligación) de mitigar el impacto de un futuro desastre si las casas incorporan tecnologías de construcción de sismo resistencia. De la misma manera, los proyectos de desarrollo agrícola deben ser planeados de tal forma que puedan ayudar a hacer frente la degradación ambiental y por ello bajar la vulnerabilidad de los campesinos a pérdidas por inundaciones, ciclones y otros desastres naturales. De hecho, al tratar con riesgos naturales, la vasta mayoría de las actividades de administración de desastres son están relacionadas con proyectos de desarrollo; solo una pequeña porción están relacionados con respuesta a emergencia.

Mucha gente quien sirve en roles críticos da servicios muy útiles en administración de desastres. Mientras que no son considerados administradores de desastres en sí, su conocimiento tecnológico y sus habilidades y especialmente su experiencia garantizan su reconocimiento de su contribución y función potencial en administración de desastres. Hay muchos ejemplos: los planeadores de ciudades y regiones, administradores de cuencas, especialistas en desarrollo de recursos de agua, ingenieros y especialistas de control de inundaciones, especialistas de salud pública, dietistas y nutricionistas, especialistas en desarrollo económico y agrícola, científicos sociales y especialistas de bienestar, ingenieros estructurales, especialistas de administración de reforestación y grandes áreas de tierra, bomberos, policías, y trabajadores de desarrollo en general.

Aunque los anteriores sirven como gente que toma decisiones, otros especialistas a menudo tienen un impacto en la administración de desastres. Estos especialistas incluyen representantes de grupos cívicos, la academia y los medios, personas de las instituciones de investigación que se enfocan en desastres o en consecuencias de los desastres, consultores de administración de desastres, directores de agencias de desarrollo, administradores de ciudades y otros oficiales de gobierno.

4. **Objetivos de la Administración de Desastres.** Los objetivos de la Administración de Desastres son:

- Reducir o evitar las pérdidas humanas, físicas y económicas sufridas por individuos, por la sociedad o por todo el país.
- Reducir el sufrimiento de las personas.
- Acelerar la recuperación.

5. **Administrador de Desastres.** El término Administrador de Desastres es aplicado a las personas que tienen responsabilidad de planear y administrar actividades de pre y/o post-desastre. Los administradores de desastre pueden ser encontrados en una variedad de posiciones en muchas agencias de diferente tipo. Los administradores de desastres más prominentes son el personal en las agencias de preparación de desastres gubernamentales, agencias de atención de emergencias nacionales, agencias de reconstrucción nacional, y agencias de servicio de emergencias, departamentos o ministerios. Todos requieren un especialista en administración de desastres. Los gobiernos provinciales o municipales a menudo tienen administradores de desastres. Las grandes ciudades a menudo tendrán un director de servicios de emergencia; y las personas en los departamentos de salud pública, los departamentos de policía, o los departamentos de trabajos públicos pueden ser asignados a tareas adicionales en la administración de una emergencia.

Los especialistas de administración de desastres pueden también ser encontrados por fuera de los sistemas orientados específicamente hacia administración de desastre. Los Ministerios de Gobierno, como agricultura, Medio Ambiente, Salud Pública, Defensa, y Obras Públicas, a menudo tienen departamentos o personal asignado a administración de desastres y roles de mitigación. Es común, por ejemplo, encontrar un empleado del departamento de obras públicas que ha sido asignado a actividades de control de inundaciones. Para ser efectivo, esa persona debe ejercer responsabilidad no solo en la pelea contra inundaciones sino en la planeación de asentamientos y evacuación. Por ello, el administrador de desastres efectivo debe tener entrada a una variedad de actividades.

6. **El rol de un administrador de desastres.** Muchos profesionales diferentes están involucrados y el rol primario de un administrador de desastres involucra la planeación, coordinación y orquestación de acciones en cada fase de tiempo. Con el fin de ser exitoso, un administrador de desastres debe tener una amplia base de conocimiento en muchos temas diferentes y la habilidad de mezclar este conocimiento en programas coordinados que trabajen para lograr las necesidades de aquellos afectados por los desastres.

7. **Elementos en Administración en Desastres.** Un administrador de desastres debe tratar con seis diferentes conjuntos de actividades con el fin de afectar exitosamente el curso de los eventos relacionados con desastres. Estos son conocidos como elementos de la administración de desastres, incluyen: administración de riesgo, administración de pérdidas, control de eventos, equidad de asistencia, administración de recursos, reducción del impacto.

8. Estrategias de control de desastres.

- Estrategia internacional para la reducción de desastres
- Gestiones de riesgos de desastres naturales
- Estrategias de mitigación de amenazas en la planificación del desarrollo
- Plan regional de reducción de desastres

9. Filosofía para prevenir desastres. A partir del año 2007, JICA inició el Proyecto “*Desarrollo de Capacidades para la Gestión de Riesgos de Desastres en América Central*”, BOSAI. En Guatemala, el propósito es fortalecer las capacidades de las comunidades y autoridades municipales para la gestión de riesgos en las 20 áreas enfocadas en las faldas del Volcán de Fuego, y fortalecer las capacidades de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres CONRED.

Aborda tres líneas de cooperación para coadyuvar en el desarrollo del mismo, a través de: Curso sobre Control de Desastres en Japón para personal vinculado, como técnicos de CONRED y autoridades locales; Expertos de Corto y Largo Plazo con especialidades que apoyan componentes de educación, evacuación y otros relacionados; y Curso de Tercer País.

Además, se implementó un Sistema de Alerta Temprana SAT para manejar el riesgo, debido a la actividad del volcán de Fuego, tal y como lo describe en una frase la filosofía BOSAI en Centro América, “*Aprendiendo a Convivir con el Riesgo*”. Esta incluye “empoderar” ó “facultar” a los comunitarios a tomar decisiones ante la ocurrencia de un desastre, como la autoevacuación; esto sin necesidad de esperar una alerta externa.

D. GESTIÓN DEL RIESGO

La administración de riesgo consiste en identificar amenazas (peligros probables de ocurrir), determinar su probabilidad de ocurrencia, estimar qué impacto tendría la amenaza para las comunidades en riesgo, determinar medidas que puedan reducir el riesgo, y tomar acciones que reduzcan la amenaza.

En los desastres provocados por la naturaleza, la administración de riesgos incluye:

- Mapeo de peligros
- Mapeo de vulnerabilidades
- Estimación de pérdidas potenciales, que pueden incluir:
 - o pérdidas de casas y físicas, pérdidas agrícolas, pérdidas económicas, pérdidas de infraestructura física (tales como caminos, puentes, líneas eléctricas, etc.) o desarrollo de prevención de desastres apropiada y estrategias de mitigación.

La administración de riesgo se logra al reducir los efectos del peligro natural tomando acciones en proyectos de desarrollo que reducirán el riesgo a un nivel aceptable. Por ejemplo, si se determina que las inundaciones son un riesgo mayor, el riesgo puede ser reducido con medidas físicas tales como represas, muros de contención o acanalamiento de arroyos. El riesgo puede también ser reducido alejando comunidades amenazadas de las planicies inundaciones y/o restringiendo actividades económicas en la zona de inundación a aquellos que podrían absorber pérdidas por inundación (como agricultura).

E. ADMINISTRACIÓN DE PÉRDIDAS.

Las pérdidas en un desastres incluyen las pérdidas humanas, estructurales, y económicas. La administración de pérdidas se encarga de cada una de esas a través de acciones pre y post-desastre diseñadas para mantener las pérdidas en un mínimo. La administración de pérdidas más efectiva ocurre antes del desastre y está enfocada en reducir la vulnerabilidad de la sociedad al desastre.

Las acciones incluyen:

- mejorar la resistencia de los edificios y estructuras físicas en el evento del desastre
- brindar seguridad mejorada para los ocupantes de edificios o asentamientos en áreas peligrosas
- incrementar y/o diversificar los mecanismos de la red de soporte social disponibles para las víctimas y comunidades en las áreas amenazadas.

La administración de pérdidas post-desastre se enfoca en mejorar la respuesta y ampliar el rango de soporte dado a las víctimas. Esto incluye facilitar la entrada de atención y estimular una recuperación rápida. Estos son logros a través de preparativos de emergencia, que consiste en:

- la estimación de las necesidades post-desastre y desarrollo de aproximaciones y programas para acelerar la ayuda, respuesta, atención y evacuación de personas que se sabe que están en riesgo de una amenaza inmediata,
- la provisión de asistencia de emergencia para ayudar al impacto de las pérdidas, y
- reconstrucción, para disminuir el peso de la recuperación económica a largo plazo.

La preparación ante desastres se refiere a un rango más amplio de actividades, tales como establecimiento de políticas de emergencia, desarrollar planes de evacuación, diseñar albergues de emergencia, y desarrollar métodos para evaluación rápida de pre-posicionar suministros. Servicios de emergencia para planeación de materiales, entrenamiento para el personal de emergencia, seminarios y cursos de entrenamiento, y campañas amplias de concientización apuntadas a preparar comunidades para la aparición de un desastre son otros aspectos de preparación. Otro medio de mejorar la respuesta es expandir o diversificar el portafolio de asistencia dado a las víctimas de desastres. Albergues, agua, comida, medicina y ropa son usualmente considerados como la respuesta normal de emergencia. El rango potencial de asistencia es de hecho mucho más amplio. Debería incluir asistencia económica, reunificación de la familia, asistencia a pequeños negocios, rehabilitación de las utilidades públicas de la comunidad, asistencia de emergencia para los campesinos que les permita cosechar los sembradíos remanentes, provisión de comida para semovientes y animales de tracción, reducción de la erosión causada por inundaciones, consejería social y psicosocial, y literalmente cientos de otras actividades.

F. ENERGÍA RENOVABLE

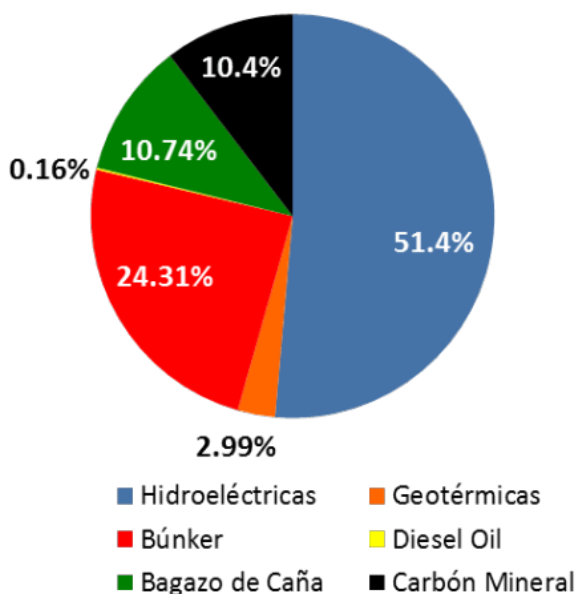
La degradación del medio ambiente es una situación preocupante desde hace varias décadas a nivel mundial. Con la objetividad de reducir sus efectos y consecuencias se han desarrollado diferentes técnicas para aprovechar las fuentes naturales de energía y generar energía eléctrica. El objetivo primordial es la utilización de los recursos naturales que tienen como características que son inagotables, limpios y que contribuyan a la disminución de los gases de efecto invernadero; son las llamadas energías renovables que se aprovechan a través de materias primas infinitas; como el agua, el aire, el sol, vapor de venas volcánicas. Actualmente en Guatemala, la política energética gubernamental, tiene como objetivo diversificar y revertir, en pro de las energías renovables, la matriz energética del país, que en la actualidad depende principalmente de tecnologías contaminantes.

Esto es bastante esperanzador, pues Guatemala tiene un potencial enorme de producción de energía renovable, del cual solo estamos aprovechando alrededor del 15%. Somos capaces de producir suficiente energía para cubrir el 100% de la demanda del país y generar un excedente que podríamos exportar, creando fuentes de trabajo, dinamizando la economía y cuidando nuestro planeta. La capacidad instalada, incluyendo únicamente los proyectos en operación asociados a AGER es de 477.8MW.

1. Ventajas de la energía renovable

- El más bajo costo de electricidad a largo plazo (hidroelectricidad, geotermia y biomasa).
- Estabilidad en la tarifa al usuario final.
- Independencia energética y reducción de la factura petrolera.
- Energía limpia, no emisión de gases de efecto invernadero.
- Inversión, empleo y desarrollo local, rural.
- Compatible con los programas de electrificación rural.
- Importantes ingresos fiscales una vez agotado período de incentivos.
- Aplicación a gran, mediana y baja escala.
- Imagen verde para el país

Figura 2. Matriz energética de Guatemala



Fuente: Asociación de Generadores con Energía Renovable (AGER)

Guatemala es privilegiada con todas esas fuentes de energía, pero una de las más abundantes y que se encuentra en muchos sitios del país, es la energía hidráulica, con potencial para hidroeléctricas. De hecho, en la Dirección General de energía de Ministerio de energía y Minas hay estudios que calculan que Guatemala tiene un potencial hídrico enorme en el orden de los 5,000 MW.

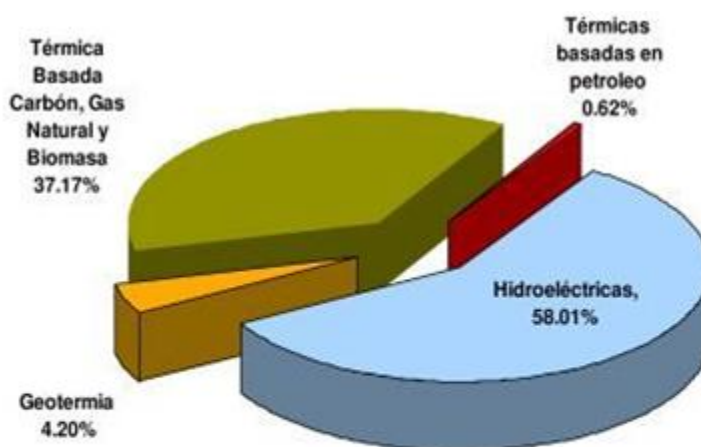
Tanto en el mundo como en Guatemala, las energías renovables tienen un enorme potencial para poder enfrentar y solventar este incremento continuo y constante de demanda energética.

Para el año 2008, Guatemala contaba con una capacidad instalada de 2,126.28 MW, de los cuales el 47 % corresponde a energías renovables (principalmente hidroelectricidad, cogeneración con bagazo de caña y geotermia). Con la tendencia actual, en un economía casi en recesión y con una población sin acceso a servicio de electricidad, equivalentes al 15% (1,800,000 habitantes), la proyección estimada para el 2020 sin los efectos de la eficiencia energética sería de una demanda de pico adicional de 1,400 MW. Para poder llevar a cabo esta instalación en potencia, se requiere una inversión de unos US\$2,400 millones (haciendo una estimación de US\$2 millones/MW instalado).

Guatemala tiene un gran potencial en recursos renovables con los que podría afrontar estos requerimientos energéticos. Los potenciales calculados para el país en recursos naturales renovables son:

Hidroelectricidad:	5,000 a 7,000 MW aprox.
Geotermia:	1000 a 2000 MW aprox.
Eólica:	1000 a 7000 MW aprox.
Biomasa	1000 Plus MW aprox.
Solar:	miles de MW aprox.

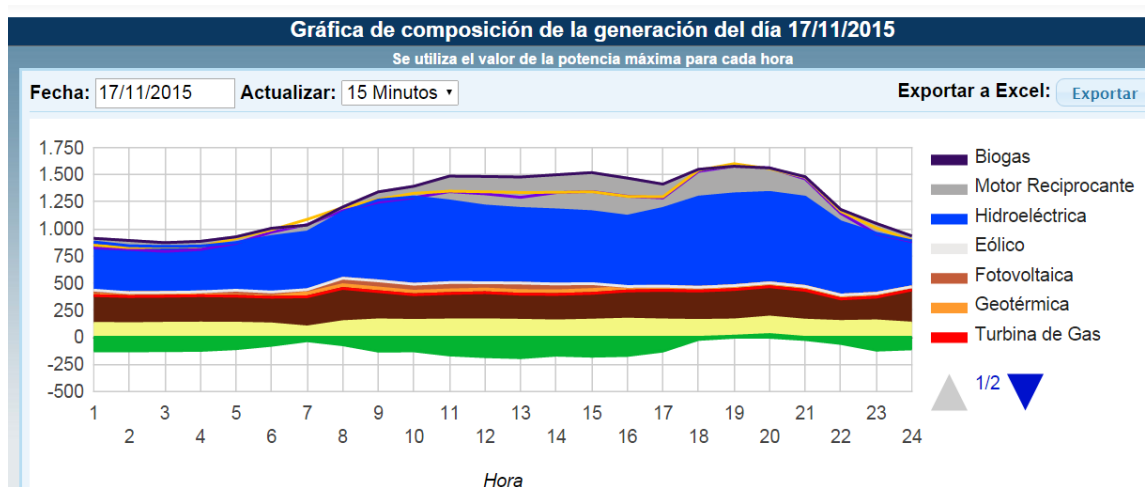
Figura 3. Proyección energética 2020



Previsión para la generación en el 2020, fuente AMM

Actualmente Guatemala tiene en promedio una demanda energética diaria de 1500 MW

Figura 4. Demanda energética requerida diaria promedio



Fuente: AMM

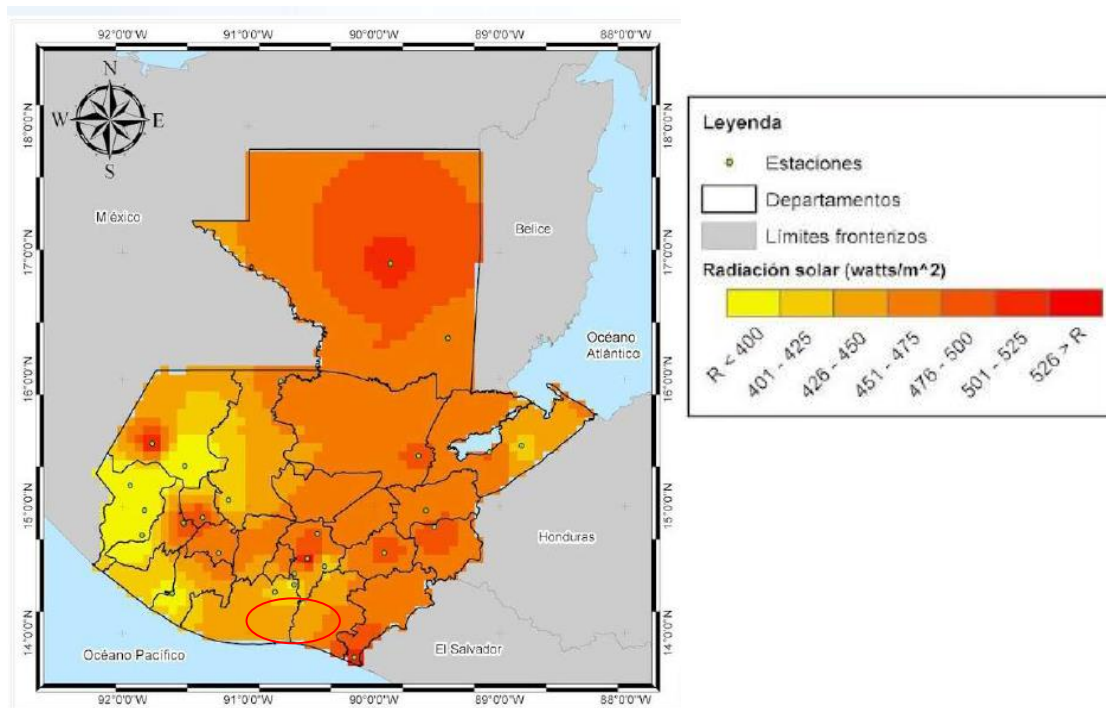
2. **Energía fotovoltaica.** El sol lleva millones de años ardiendo constantemente y es el responsable de todas las formas de vida de nuestro planeta, durante la mayor parte de la historia de la tierra la luz del sol se ha almacenado bajo la superficie del planeta, el carbón es una de la formas de almacenamiento de la energía solar, a lo largo de millones de años capas de sedimentos, rocas y minerales cubrieron las plantas muertas estos desechos se transformaron más tarde en carbón. En la actualidad se han descubierto nuevas formas artificiales para aprovechar la energía inagotable del Sol. Ya que el Sol es una fuente inagotable de energía debido a las reacciones nucleares; la Tierra recibe en el exterior de su atmósfera una potencia total de $1.73 \cdot 10^{14}$ kW.

La energía solar fotovoltaica FV desarrollada en los años 50 por condicionamiento de la carrera espacial, alimentando todos los sistemas eléctricos y electrónicos de los satélites y estaciones espaciales. Con el paso del tiempo la tecnología fotovoltaica ha ido reduciendo costes y mejorando el rendimiento y fiabilidad de los componentes. A este desarrollo contribuyen de manera favorable, entre otros factores, la aparición de aparatos eléctricos cada vez menos exigentes en consumo de energía, la fabricación de electrónica de control, potencia de alta calidad y la mejora de los sistemas electroquímicos de acumulación de energía.

La energía solar es la energía obtenida directamente del Sol. La radiación solar incidente en la Tierra puede aprovecharse, por su capacidad para calentar, o directamente a través del aprovechamiento de la radiación en dispositivos ópticos o de otro tipo; pues es un tipo de energía renovable y limpia, lo que se conoce como energía verde. La distribución temporal de la energía solar que alcanza la superficie es muy irregular. No solamente varía la insolación máxima diaria (horas en las que el Sol está encima del horizonte del lugar) sino que la radiación solar es más o menos atenuada, según la composición instantánea de la atmósfera que atraviesa. Por ello, la radiación solar puede ser directa, difusa y albedo; pero la energía solar fotovoltaica utiliza la radiación directa y la radiación difusa, para la generación eléctrica. En término medio sólo el 47% de la radiación incidente sobre la atmósfera terrestre alcanza la superficie del planeta. El 31% lo hace directamente y el otro 16% después de ser dispersada por polvo en suspensión, vapor de agua y moléculas del aire. La energía restante, un 53%, es reflejada hacia el espacio exterior o absorbida en la atmósfera. La potencia de la radiación solar que se recibe en un instante determinado sobre un metro cuadrado de superficie se conoce como irradiancia (I_s) y se expresa en Wm^{-2} .

Se puede asumir que en buenas condiciones de irradiación el valor es superior a los 1000 W/m² en la superficie terrestre, este es un valor de referencia en la ingeniería relacionada con la energía solar.

Figura 5. Radiación solar media diaria



Fuente: SWERA_GTS

Como se puede apreciar en nuestra Figura 5 la parte baja de la cuenca que se enmarca por el círculo rojo sobre la figura posee una radiación solar media diaria en el rango de 451 a 475 W/m².

Guatemala posee la planta de generación fotovoltaica conectada a la red más grande de Centro América cubriendo un 5 % de la demanda energética diaria del país. Esto respalda el proyecto de la implementación de estaciones de radiotransmisión estacionaria abastecidas por módulos fotovoltaicos ubicados en la cuenca del Río María Linda en la costa Sur, debido a la alta radiación solar media que posee la mayor parte del país.

G. SAT

Un sistema de alerta temprana es un medio de generación y comunicación de información que permite a una estructura comunitaria organizada, tomar la decisión de evacuar de forma preventiva, y a las autoridades Municipales, Departamentales y de Gobierno, brindar los medios para albergar dignamente a las personas mientras permanecen las condiciones de emergencia en sus comunidades.

1. **Conocimiento del riesgo.** Para diseñar un Sistema de Alerta Temprana se debe de realizar un análisis de las amenazas y vulnerabilidades utilizando estudios y mapas realizados con anterioridad.

Figura 6. Inundaciones en la Costa Sur del país



Fuente: CONRED
www.conred.gob.gt/

Figura 7. Inundaciones en la Costa Sur del país



Fuente: CONRED
www.conred.gob.gt/

2. **Monitoreo y seguimiento.** Es necesario diseñar un Sistema de Monitoreo que permita dar seguimiento de las condiciones. La información que se obtenga del Sistema de Monitoreo servirá para realizar análisis para pronósticos que tienen que tener una base técnica y así poder emitir alertas precisas que la población pueda entender.

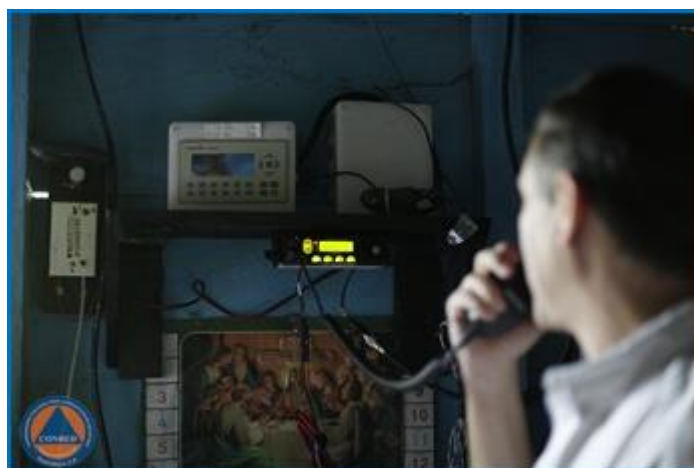
Figura 8. Equipos de monitoreo de caudales de ríos



Fuente: CONRED
www.conred.gob.gt/

3. **Difusión y comunicación.** Para poder difundir y comunicar las alertas producto del Monitoreo es necesario el diseño de un Sistema de Comunicación de tal manera que todas las comunidades integrantes de este sistema, se enlacen en una red de comunicaciones con un nivel de gradualidad, con todas las autoridades locales y regionales.

Figura 9. Componente técnico de un SAT



Fuente: CONRED
www.conred.gob.gt/

4. Capacidad de respuesta. La participación de los dirigentes y población de las comunidades y en la zona urbana es importante, ya que son los actores principales en los Sistemas de Alerta Temprana. La población participa en todos los componentes de los SAT.

Figura 9. Capacidad de respuesta de las comunidades



Fuente: CONRED
www.conred.gob.gt/

IV. METODOLOGÍA

A. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación es de campo, pues se tendrá contacto con ambientes naturales y con personas residentes en las comunidades del área, a su vez es un tipo de investigación experimental puesto que se realizarán diferentes mediciones y se modificará el diseño original enfatizando en la mejora del proceso de radiotransmisión.

B. PRIMERA FASE DE GABINETE

En esta etapa se recolectó toda la información sobre las bases de radio con las que trabaja CONRED para definir el área de estudio de la Investigación, se visitaron las diferentes comunidades donde están ubicadas las BRTE, se entrevistó a los operadores y propietarios de las viviendas quienes proporcionaron información empírica de funcionamiento, fallas, fechas tentativas de instalación y mantenimiento o reposición de equipos dañados. Se inspeccionaron los paneles visualmente; los acumuladores, los reguladores y los radios se les tomaron datos como: voltajes nominales, número de serie, modelo y su ubicación.

C. FASE DE CAMPO

Se realizó un estudio en el cual se midió el consumo eléctrico de los equipos, se inició midiendo el consumo eléctrico del radiotransmisor; primero se apagó el radio, luego se desconectó (del regulador en las BRTE que existe regulador) y conectando el multímetro en serie se encendió el radio y se tomaron las lecturas la corriente de trabajo en amperios del equipo encendido y al momento de realizarse la radiotransmisión se toma la lectura de la corriente de operación. Se analizaron los acumuladores midiendo su voltaje con un multímetro que se conectó a las terminales en paralelo y se tomaron las lecturas del voltaje del acumulador. Se realizaron mediciones a los reguladores, midiendo en las terminales del regulador el suministro de energía eléctrica del panel solar, el voltaje de carga del regulador hacia el acumulador y el voltaje de salida del regulador hacia el radio, se tomaron las lecturas del milímetro en cada medición y estos datos nos proporcionaron información para verificar si conectaba y desconectaba en los parámetros de trabajo establecidos, con el fin de proteger el acumulador y controlar automáticamente el sistema de generación, acumulación y suministro de energía:

Se revisó la ubicación de una forma visual de los paneles solares, se recopiló información como, marca del panel y capacidad con los encargados y se verificó la capacidad de generación de los módulos s en cada una de las diferentes estaciones analizadas ubicadas a lo largo de la cuenca del Río María Linda.

Se evaluó toda la información recopilada para dimensionar los equipos y crear un modelo, el cual fue la propuesta para mejorar el proceso operativo de la radiotransmisión y así poder observar los cambios que produzca la implementación de la misma para el desarrollo y avance de cada estación.

Luego se hizo una segunda prueba que fue elaborada con las correcciones y mejoras con base en los resultados de la prueba anterior donde se observó el funcionamiento y operación de las estaciones con este nuevo modelo.

D. SEGUNDA FASE DE GABINETE.

Posteriormente se analizaron todos los resultados de las nuevas mediciones a las bases de radiotransmisión estacionaria de la cuenca del Río María Linda en donde se obtuvieron los resultados esperados. Se elaboró el informe final que contiene la propuesta de mejora.

V. RESULTADOS

A. Situación actual

La Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, CONRED, es una institución que trabaja conjuntamente con las comunidades más vulnerables a los desastres. Sabiendo que nuestro país cuenta con mucha diversidad de climas y que ha sufrido muchos cambios en sus áreas geográficas por el aumento de producción agraria, modificación y desviación de cauces y caudales de ríos, han aumentado las zonas de riesgo, cada vez es más impredecible un desastre y por ende poseer el control del mismo. Para su efecto CONRED implemento varias bases o estaciones en puntos estratégicos de la cuenca del Río María Linda para recopilar información puntual de los sucesos en esas áreas. El canal de comunicación que utilizan los operadores para reportar la información es a través de radiotransmisores marca Motorola EM400 y algunos más antiguos CM300 con la particularidad que debido a que se encuentran en lugares que no cuentan con servicio de energía eléctrica, abastecen su demanda energética con paneles solares. Por ello han tenido el problema de quedarse sin energía cuando se necesita reportar las condiciones climatológicas del lugar, y son varias las estaciones con este problema, lo cual dificulta la recopilación de información y realizar los monitoreos en esas áreas.

B. Impacto en las comunidades

Con el uso de estas bases de radiotransmisión estacionarias el personal del Sistema de Alerta Temprana, podrán en tiempo real emitir cualquier señal de alarma ante posibles inundaciones y tomar las acciones necesarias que ayuden a mitigar el riesgo de registrar un desastre. El primer proyecto SAT implementado data desde 1997, en la Cuenca del Río Coyolate. Posteriormente en 1998, se instalaron las primeras bases de radiotransmisión en la cuenca María Linda.

El proyecto SAT trabaja en cuatro ejes para los programas de huracanes, inundaciones, deslizamientos y monitoreo volcánico. A la fecha, el programa de inundaciones realiza el monitoreo de 10 Cuencas del país. Para el personal del Sistema Nacional de Emergencia sirve de vital importancia conocer con antelación una alarma de inundación, pues de ello dependerá el actuar de forma preventiva ante un posible desastre mayor. Por eso, para el SAT es de vital importancia contar con la información que se convierte en vital para salvar vidas debido a que el sistema de alarma permite un aproximado entre ocho a 16 horas para alertar a la población vulnerable.

El componente social, considerado por CONRED el más importante, involucra a los habitantes en sus comunidades a través del fortalecimiento de acciones que sirvan para alertar con tiempo ante la presencia de un fenómeno natural, integrantes de los Consejos Comunitarios de Desarrollo (Cocodes) y Gobernadores Departamentales, quienes viven el proceso de emergencia. Entre seis y ocho meses, es el tiempo promedio que lleva a una comunidad elaborar un plan de capacitación y de contingencia, cuatro personas se encargan de velar por el área instrumental y cuatro más, evalúan los procesos en cada comunidad en donde ha sido instalado el Sistema de Alerta Temprana. Además, en las comunidades se deben crear brigadas de respuesta ante una emergencia, responsables de ejecutar las acciones aprendidas durante las capacitaciones.

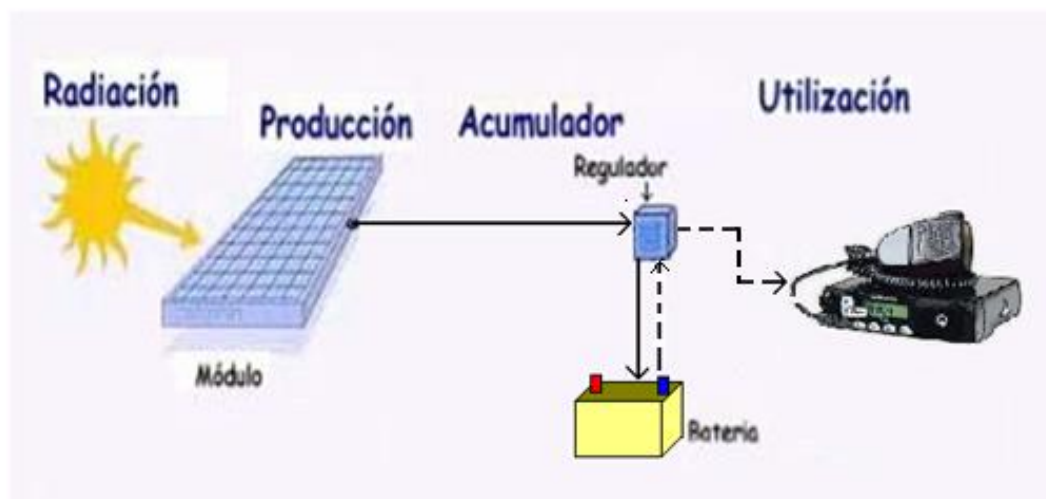
"La gente lo acepta y lo ve de buena manera, pues junto con las instituciones involucradas en los SAT toman conciencia sobre la prevención, que resulta ser la mejor opción para reducir y evitar muertes", comenta el portavoz de Cruz Roja Guatemalteca. En las áreas preventivas, la CONRED cuenta con 16 Sistemas de Alerta Temprana instalados a nivel nacional, en donde su personal tiene bajo responsabilidad entre dos y cuatro SAT, mientras los técnicos especializados se encargan de la constante observación de todo el sistema.

En la actualidad, saber actuar durante los veranos más cortos y los inviernos más prolongados, se ha convertido en uno de los grandes retos para el personal de la CONRED y de los Sistema de Alerta Temprana. El año pasado, se pudo establecer que se mejoraron las técnicas de alerta temprana, según el resultado considerados por el Sistema Nacional de Prevención, pero con el fortalecimiento tecnológico, el de las comunidades se espera tener una mejor atención de respuesta.

C. Descripción de los elementos de una base de radiotransmisión estacionaria

Las bases de radiotransmisión estacionaria consta de los siguientes elementos principales: módulo fotovoltaico, regulador de voltaje, acumulador de ciclo profundo, radio de transmisión y cables. En el siguiente diagrama unifilar se muestra la secuencia de conexión.

Figura 10. Diagrama unifilar de la conexión de una base de radiotransmisión estacionaria



Fuente: Autor

D. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE CADA BASE.

1. Módulo fotovoltaico. La celda solar mejor conocida como celda fotovoltaica, tiene la apariencia de una oblea con un cable arriba y otro abajo. Cuando la luz brilla en esta oblea, se genera energía eléctrica. Esto se debe a que algunos materiales presentan una propiedad conocida como efecto fotoeléctrico que hace que absorban fotones de luz y emitan electrones. Cuando estos electrones libres son capturados, el resultado es una corriente eléctrica que puede ser utilizada como electricidad. Un arreglo de varias celdas solares conectadas eléctricamente unas con otras y montadas en una estructura de apoyo o un marco, se llama módulo fotovoltaico. Los módulos están diseñados para proveer un cierto nivel de voltaje. La corriente producida depende directamente de cuánta luz llega hasta el módulo.

El módulo que se analizó para que sea funcional el sistema de generación para una base de radiotransmisión estacionaria de la cuenca del Río María Linda fue uno de 50W debido a que sus cargas son menores a 20A. Por cuestión de costos y facilidad de su obtención recomiendo los paneles marca Kyocera como el que se muestra en la siguiente figura.

Figura 11. Módulo fotovoltaico Kyocera kc50



Fuente: Catálogo KYOCERA Solar

(www.kyocerasolar.es/index/products/standard_solar_modules/kc65t-1.html)

Estos módulos fotovoltaicos policristalinos debido a su avanzada tecnología e instalaciones los módulos solares kyocera tienen un rendimiento de transformación de más del 14%. Para brindar a las células la máxima protección, aun en las condiciones ambientales más severas, se encuentran encapsuladas en una base de acetato de vinilo entilénico con fluoruro de polivinilo, entre una cubierta de vidrio templado y un respaldo de papel de aluminio.

Tabla 2. Especificaciones del módulo Kc50

■ Especificaciones eléctricas

MODELO	KC50
Potencia de salida	50.0 vatios
Tensión óptima	16.7 voltios
Corriente óptima	3.00 amperios
Tensión de circuito abierto	21.5 voltios
Corriente de corto circuito	3.10 amperios
Largo	639 mm (25.16 in.)
Ancho	652 mm (25.67 in.)
Espesor	54 mm (2.13 in.)
Peso	5.0 kg (11.02 lbs.)

Nota: Las especificaciones eléctricas indicadas corresponden a condiciones normalizadas de pruebas: 1 KV/m², masa de aire: 1.5 y células 25°C.

Fuente: Catálogo KYOCERA Solar

(www.kyocerasolar.es/index/products/standard_solar_modules/kc65t-1.html)

La trayectoria del Sol es descrita por lo que se conoce como la carta solar, es muy utilizada por los arquitectos para el diseño de casa, específicamente para la ubicación de los techos, ahora se utiliza mucho para el análisis de la orientación de los paneles solares. Se necesita saber la latitud que especifica la orientación geográfica del lugar y con base en su latitud se determina la orientación del modulo fotovoltaico.

Tabla 3. Horas de sol promedio mensual

Mes	Hora de salida del Sol	Hora de puesta del Sol	Horas de Sol durante el día
Enero	6:27	17:32	11.28
Febrero	6:25	17:32	11.28
Marzo	6:07	17:32	11.28
Abril	5:49	17:32	11.28
Mayo	5:36	17:32	11.28
Junio	5:34	17:32	11.28
Agosto	5:31	17:32	11.28
Septiembre	5:40	17:32	11.28
Octubre	5:55	17:32	11.28
Noviembre	6:02	17:32	11.28
Diciembre	6:19	17:32	11.28

Fuente: INSIVUMEH

<http://www.insivumeh.gob.gt/>

2. **Acumuladores:** La función prioritaria de las baterías en un sistema de generación fotovoltaico es la de acumular la energía que se produce durante las horas de luminosidad para poder ser utilizada en la noche o durante periodos prolongados de mal tiempo. Otra importante función de las baterías es la de proveer una intensidad de corriente superior a la que el dispositivo fotovoltaico puede entregar. Tal es el caso de un motor, que en el momento del arranque puede demandar una corriente de 4 a 6 veces su corriente nominal durante unos pocos segundos.

a. **Acumuladores de plomo - ácido de electrolito líquido.** Las baterías de plomo - ácido se aplican ampliamente en los sistemas de generación fotovoltaicos. Dentro de la categoría plomo - ácido, las de plomo - antimonio, plomo - selenio y plomo - calcio son las más comunes. La unidad de construcción básica de una batería es la celda de 2 Volts, dentro de la celda, la tensión real de la batería depende de su estado de carga, si está cargando, descargando o en circuito abierto. En general, la tensión de una celda varía entre 1,75 Volts y 2,5 Volts, siendo el promedio alrededor de 2 Volts, tensión que se suele llamar nominal de la celda.

Figura 12. Acumuladores plomo-ácido 6v
Ciclo profundo



Fuente: Grupo PC
<http://www.grupopc.comwww.bateriasmagnum.com.gt>

Figura 13. Acumuladores plomo-ácido 12v



Fuente: Catálogo MAGNUM PREMIUM

Cuando las celdas de 2 Volts se conectan en serie (POSITIVO A NEGATIVO) las tensiones de las celdas se suman, obteniéndose de esta manera, baterías de 4,6,12 Volts, etc. Si las baterías están conectadas en paralelo (POSITIVO A POSITIVO Y NEGATIVO A NEGATIVO) las tensiones no cambian, pero se sumarán sus capacidades de corriente. Solo se deben conectar en paralelo baterías de igual tensión y capacidad. Se puede hacer una clasificación de las baterías en base a su capacidad de almacenamiento de energía (medido en Ah a la tensión nominal) y a su ciclo de vida (numero de veces en que la batería puede ser descargada y cargada a fondo antes de que se agote su vida útil)

La capacidad de almacenaje de energía de una batería depende de la velocidad de descarga. La capacidad nominal que la caracteriza corresponde a un tiempo de descarga de 10 horas. Cuanto mayor es el tiempo de descarga, mayor es la cantidad de energía que la batería entrega. Un tiempo de descarga típico en sistemas fotovoltaicos es 100 hs.

Por ejemplo, una batería que posee una capacidad de 80 Ah en 10 hs (capacidad nominal) tendrá 100 Ah de capacidad en 100 hrs. Dentro de las baterías de plomo - ácido, las denominadas estacionarias de bajo contenido de antimonio son una buena opción en sistemas fotovoltaicos.

Ellas poseen unos 2500 ciclos de vida cuando la profundidad de descarga es de un 20 % (es decir que la batería estará con un 80 % de su carga) y unos 1200 ciclos cuando la profundidad de descarga es del 50 % (batería con 50 % de su carga). Las baterías estacionarias poseen además, una baja auto-descarga (3 % mensual aproximadamente contra un 20 % de una batería de plomo - ácido convencional) y un reducido mantenimiento. Dentro de estas características se encuadran también las baterías de plomo-calcio y plomo-selenio, que poseen una baja resistencia interna, valores despreciables de gasificación y una baja autodescarga.

b. Baterías selladas gelificadas. Estas baterías incorporan un electrolito del tipo gel con consistencia que puede variar desde un estado muy denso al de consistencia similar a una jalea. No se derraman, pueden montarse en casi cualquier posición y no admiten descargas profundas. El electrolito se encuentra absorbido en una fibra de vidrio microporoso o en un entramado de fibra polimérica. Al igual que las anteriores no se derraman, admiten cualquier posición y admiten descargas moderadas. Tanto estas baterías como las gelificadas no requieren mantenimiento en forma de agregado de agua, no desarrollan gases evitando el riesgo de explosión, pero ambas requieren descargas poco profundas durante su vida de servicio.

Figura 14. Acumuladores Níquel - cadmio



Fuente: Delta Volt

<http://deltavolt.pe/energia-renovable/baterias>

Las principales características son:

- El electrolito es alcalino
- Admiten descargas profundas de hasta el 90% de la capacidad nominal
- Bajo coeficiente de autodescarga
- Alto rendimiento ante variaciones extremas de temperatura
- La tensión nominal por elemento es de 1,2 Volts
- Alto rendimiento de absorción de carga (mayor al 80 %)
- costo elevado comparado con las baterías ácidas

Al igual que las baterías de plomo - ácido, estas se pueden conseguir en las dos versiones, estándar y selladas, utilizando la mas conveniente según la necesidad de mantenimiento admisible para la aplicación prevista. Dado su alto costo, no se justifica su utilización en aplicaciones rurales.

3. **Reguladores de voltaje.** Dispositivo encargado de proteger a la batería frente a sobrecargas y sobre descargas profundas. El regulador de tensión controla constantemente el estado de carga de las baterías y regula la intensidad de carga de las mismas para alargar su vida útil. También genera alarmas en función del estado de dicha carga. Los reguladores actuales introducen micro controladores para la correcta gestión de un sistema fotovoltaico. Su programación elaborada permite un control capaz de adaptarse a las distintas situaciones de forma automática, permitiendo la modificación manual de sus parámetros de funcionamiento para instalaciones especiales. Incluso los hay que memorizan datos que permiten conocer cual ha sido la evolución de la instalación durante un tiempo determinado. Para ello, consideran los valores de tensión, temperatura, intensidad de carga y descarga, y capacidad del acumulador.

a. **Carga profunda.** Tras la igualación, el sistema de regulación permite la entrada de corriente de carga a los acumuladores sin interrupción hasta alcanzar el punto de tensión final de carga. Alcanzado dicho punto el sistema de regulación interrumpe la carga y el sistema de control pasa a la segunda fase, la flotación. Cuando se alcanza la tensión final de carga, la batería ha alcanzado un nivel de carga próximo al 90% de su capacidad, en la siguiente fase se completará la carga.

b. **Carga de flotación.** La carga final del acumulador se realiza estableciendo una zona de actuación del sistema de regulación dentro de lo que denominamos “Banda de Flotación Dinámica”. La BFD es un rango de tensión cuyos valores máximos y mínimos se fijan entre la tensión final de carga y la tensión nominal + 10% aproximadamente.

Una vez alcanzado el valor de voltaje de plena carga de la batería, el regulador inyecta una corriente pequeña para mantenerla a plena carga, esto es, inyecta la corriente de flotación. Esta corriente se encarga por tanto de mantener la batería a plena carga y cuando no se consuma energía se emplea en compensar la Auto descarga de las baterías

c. **Desconexión de consumo por baja tensión en la batería.** La desconexión de la salida de consumo por baja tensión de batería indica una situación de descarga del acumulador próxima al 70% de su capacidad nominal.

Si la tensión de la batería disminuye por debajo del valor de tensión de maniobra de desconexión de consumo durante más de un tiempo establecido, se desconecta el consumo. Esto es para evitar que una sobrecarga puntual de corta duración desactive el consumo.

Tensión de desconexión del consumo: tensión de la batería a partir de la cual se desconectan las cargas de consumo.

d. Alarma por baja tensión de batería. La alarma por baja tensión de batería indica una situación de descarga considerable. A partir de este nivel de descarga las condiciones del acumulador comienzan a ser comprometidas desde el punto de vista de la descarga y del mantenimiento de la tensión de salida frente a intensidades elevadas. Esta alarma está en función del valor de la tensión de desconexión de consumo (siempre se encontrará 0,05 volt/elem. por encima).

En el regulador DSD, Si la tensión de la batería disminuye por debajo del valor de la alarma durante más de 10segundos aprox. se desconecta el consumo. El regulador entra entonces en la fase de igualación y el consumo no se restaurará hasta que la batería no alcance media carga. Además, incluye una señal acústica para señalar la batería baja

e. Protecciones típicas

- Contra sobrecarga temporizada en consumo
- Contra sobretensiones en paneles, baterías y consumo.
- Contra desconexión de batería.

f. Indicadores de estado / señalizadores habituales

- Indicadores de tensión en batería.
- Indicadores de fase de carga.
- Indicadores de sobrecarga/ cortocircuito.

g. Parámetros a calcular dimensionamiento

- Tensión nominal: la del sistema (12, 24, 48)
- Intensidad del regulador: la intensidad nominal de un regulador ha de ser mayor que la recibida en total del campo de paneles FV. El Controlador SHS es ideal para sistemas de electrificación rural con uno a tres paneles solares. Este controlador cumple con las especificaciones del Banco Mundial y proporciona muchas prestaciones y beneficios.

Figura 15. Regulador de voltaje



Fuente: Technosun
<http://www.technosun.com/>

4. Radios de comunicación

a. Motorola EM400. El radio móvil industrial EM400™ de Motorola brinda una amplia gama de importantes funciones destinadas a aumentar el desempeño de sus operaciones comerciales. Entre esas funciones podemos mencionar: el rastreo de doble prioridad permite aumentar la frecuencia de monitoreo de un determinado canal, 32 canales para organizar grupos de conversación con facilidad, variadas funciones de señalización para intercambio oportuno de comunicaciones, 4 prácticos botones que permiten programar hasta 8 de las funciones más usadas para ser accedidas al presionar un botón y una pantalla alfanumérica con íconos fáciles de comprender que brindan información sobre el estado de las funciones, tales como rastreo, alta / baja potencia y fuerza de la señal recibida.

Figura 16. Radio Motorola EM400



Fuente: Catálogo Motorola
<http://www.motorolasolutions.com/>

Tabla 4. Características de rendimiento

Banda de frecuencia	VHF UHF
Niveles de potencia ajustables	Sí
Potencia en UHF	25 – 40w
Potencia en VHF	1-25w/25-45w
Rango de frecuencia en VHF	136-162/ 146 – 174 MHz
Rango de frecuencia en UHF	403 – 440/ 438 – 470/ 465 – 495 MHz

Fuente: referencia Manual operativo Motorola

Tabla 5. Características físicas

Dimensiones largo x alto x ancho	44mm x 169mm x 118mm
Peso	1.02 Kg
Pantalla	Alfanumérica 8 caracteres

Fuente: referencia Manual operativo Motorola

El radio móvil industrial EM400™ de Motorola brinda una amplia gama de importantes funciones destinadas a aumentar el desempeño de sus operaciones comerciales. Entre esas funciones podemos mencionar: el rastreo de doble prioridad permite aumentar la frecuencia de monitoreo de un determinado canal, 32 canales para organizar grupos de conversación con facilidad, variadas funciones de señalización para intercambio oportuno de comunicaciones, 4 prácticos botones que permiten programar hasta 8 de las funciones más usadas para ser accedidas al presionar un botón y una pantalla alfanumérica con íconos fáciles de comprender que brindan información sobre el estado de las funciones, tales como rastreo, alta / baja potencia y fuerza de la señal recibida.

E. Etimología de las BRTE.

El territorio de Guatemala debido a su posición geográfica, geológica y tectónica está clasificado como uno de los países a nivel mundial con un alto potencial de múltiples amenazas naturales, y por su situación social, económica, deterioro ambiental y de desarrollo genera altas condiciones de vulnerabilidad, lo que provoca que un gran porcentaje de la población, su infraestructura y los servicios estén expuestos a diferentes riesgos, que pueden desencadenarse en desastres. Así mismo, se presentan amenazas de tipo antropogénicas, en la relación ser humano/naturaleza y en sus actividades productivas que generan condiciones de alto riesgo.

Dentro de ese contexto, surgió el Comité Nacional de Emergencias –CONE- en 1969 como instancia tenía la finalidad de dar atención a una emergencia y de asistencia a la población en caso de desastres.

Posteriormente surgió la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres –CONRED- en 1996 la cual fue creada como la entidad encargada de prevenir, mitigar, atender y participar en la rehabilitación y reconstrucción de los daños derivados de la presencia de los desastres. Por el Decreto 109-96 del Congreso de la República.

La cual dio vida a la Secretaría Ejecutiva de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres SE–CONRED como instancia Nacional responsable legalmente de la Coordinación para la Reducción de Riesgos a Desastres, tiene compromisos y responsabilidades a nivel nacional, regional y mundial, en virtud de los cuales ha tomado la decisión de adoptar acciones concretas para promover la reducción del impacto de los desastres los cuales tienen efectos claramente definidos en el desarrollo sostenible y en el incremento de la pobreza. (Reglamento de la SE-CONRED Acuerdo Gubernativo 443-2000).

Se midieron los equipos de las bases que se analizaron y se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 6. Datos base del Rancho

Base del Rancho	
Equipo instalado	
1 módulo Fotovoltaico 1 regulador de voltaje 1 acumulador 1 radio EM400	
Voltaje de generación del panel	13.9 V
Consumo de radio encendido	0.257 A
Consumo de radio en operación	6.08 A
Detalles del acumulador	
Voltaje	13.86
Amperios hora	100
tiempo de trabajo	≈ 6 meses
Detalles del panel	
Ángulo de inclinación	≈ 15°
Observaciones: es la base más reciente de la cuenca	

Tabla 7. Datos base Brito

Base de Brito	
Equipo instalado	
1 modulo Fotovoltaico 1 regulador de voltaje 1 acumulador 1 radio EM400	
Voltaje de generación del panel	19.8 V
Consumo de radio encendido	0.257 A
Consumo de radio en operación	6.05 A
Detalles del acumulador	
Voltaje	13.06 V
Amperios hora	100
tiempo de trabajo	12 meses
Detalles del panel	
Ángulo de inclinación	45°
Observaciones: el panel esta en una posición incorrecta, el regulador no esta controlando correctamente la carga.	

Tabla 8. Datos base Atitán 1

Base Atitán 1	
Equipo instalado	
1 módulo Fotovoltaico 1 acumulador 1 radio CM300	
Voltaje de generación del panel	14.9 V
Consumo de radio encendido	0.257 A
Consumo de radio en operación	6.1 A
Detalles del acumulador	
Voltaje	14.9 V
Amperios hora	90
tiempo de trabajo	12 meses
Detalles del panel	
Ángulo de inclinación	20°
Observaciones: es una de las bases más antigua de la cuenca, no cuenta con regulador de voltaje	

Tabla 9. Datos base Atitán 2

Base del Atitán 2	
Equipo instalado	
1 fuente de poder 1 acumulador 1 radio EM400	
Observaciones: es una de las bases más antiguas, no cuenta con modulo fotovoltaico, acumulador y regulador de voltaje. La colaboradora utiliza energía de su casa para alimentar su sistema de radiotransmisión.	

Tabla 10. Datos base del puente

Base del puente	
Equipo instalado	
1 modulo Fotovoltaico 1 regulador de voltaje 1 acumulador 1 radio EM400	
Voltaje de generación del panel	17.43 V
Consumo de radio encendido	0.257 A
Consumo de radio en operación	6.05 A
Detalles del acumulador	
Voltaje	13.636
Amperios hora	100
tiempo de trabajo	6 meses
Detalles del panel	
Ángulo de inclinación	15°
Observaciones: esta base no funcionaba correctamente por lo que se analizó en base al modelo que se dimensionó en el estudio y se realizaron las correcciones requeridas. Estos resultados se lograron después de corregir las conexiones del regulador y darle mantenimiento al acumulador.	

F. Principales problemas encontrados

Al efectuar las visitas a las comunidades se pudo observar que los paneles estaban colocados sobre las láminas o los techos de las casas lo que limita la captación de Sol por lo que se pierde mucha energía que se pudiera aprovechar en otras actividades de uso doméstico.

No existe un historial de los equipos; cuánto tiempo llevan en funcionamiento, qué fallas han tenido; si les han dado mantenimiento, qué fue lo que se realizó; si cambiaron algún equipo, por qué se hizo. Este problema nos da margen a que cada persona afectada en algún problema tenga su versión y nos limita de información para solucionar correctamente una falla.

Las conexiones en los reguladores en algunos casos como en la base de Brito no es la correcta. Una mala conexión en el regulador puede afectar en la vida útil de los acumuladores, debido a que él es el encargado de conectar y desconectar la carga de la batería en el momento que sea requerido.

Los acumuladores están muy cerca del suelo y paredes, especialmente en lugares donde guardan mucha humedad. Este problema provoca un fenómeno en los acumuladores que se llama “autodescarga”, como su nombre lo indica, se descarga en un tiempo no estipulado y eso descontrola el funcionamiento del equipo o sistema.

El departamento técnico no tiene el conocimiento total de los equipos que existen en realidad en cada base. Este sí es un problema crítico debido a que muestra la falta de organización, control, seguimiento a los problemas de cada base y por lo tanto da margen a pensar que sus argumentos no tienen validez al momento de discutir una falla. Considero que se debe tomar con más seriedad este problema porque es de suma importancia para el funcionamiento óptimo de las bases, llevar un control de cada uno de los equipos para que no solo el departamento sepa la situación de cada base sino también sus jefes inmediatos y así solucionar como equipo las fallas y realizar un mejor trabajo ya que se trata de vidas de personas que podrían estar en riesgo.

G. Bitácoras de mantenimiento y tablas de control

Se diseñó una bitácora de mantenimiento para cada uno de los equipos y se detalla en las siguientes tablas:

Bitácora de mantenimiento de los módulos Fotovoltaicos		
Actividades	período	Materiales y equipo
Limpieza de los paneles	Cada 3 meses	Wipe
Verificación de los elementos de sujeción y conexión	Cada 3 meses	N/A
Estado de degradación de los paneles	Cada 3 meses	N/A
Medir el voltaje de generación	Cada 3 meses	Milímetro, destornilladores y hoja de control

Tabla de control de servicio para módulos Fotovoltaicos			
Nombre de la BRTE:			
Fecha:			
Aspectos a verificar	Sí	no	Observaciones/acciones realizadas
Presenta fisuras o rupturas en los vidrios			
Los cables están debidamente conectados al regulador			
Presenta algún golpe o desgaste representativo			
Voltaje de generación			
Nombre de quien realizó el mantenimiento: _____			
Firma: _____			

Bitácora de mantenimiento de Reguladores de voltaje		
Actividades	período	Materiales y equipo
Limpieza del exterior del regulador	Cada mes	Wipe
Limpieza de los terminales del regulador	Cada mes	Brocha, lija.
Verificación de los elementos de sujeción y conexión	Cada 6 meses	Destornilladores
Medir el voltaje de salida del regulador al acumulador	Cada mes	Multímetro y destornilladores
Medir el voltaje de generación del panel	Cada mes	Multímetro y destornilladores
Medir el voltaje de salida del regulador al consumidor (es)	Cada mes	Multímetro y destornilladores panel

Tabla de control de servicio para reguladores de voltajes			
Nombre de la BRTE:			
Fecha:			
Aspectos a verificar	Sí	no	Observaciones/acciones realizadas
Presenta fisuras o rupturas en su chasis			
Los cables del suministro de energía están debidamente conectados			
Los cables de la salida al acumulador están debidamente conectados			
Los cables de la salida al radio están debidamente conectados			
voltaje de salida del regulador al acumulador			
voltaje de generación del panel			
voltaje de salida del regulador al consumidor (es)			
Nombre de quien realizó el mantenimiento: _____			
Firma: _____			

Bitácora de mantenimiento de radiotransmisores		
Actividades	período	Materiales y equipo
Limpieza del exterior del radio	Cada mes	Wipe
Verificación de los elementos de sujeción y conexión	Cada 6 meses	N/A
Medir el voltaje de alimentación	Cada mes	Multímetro y destornilladores
Inspeccionar si su transmisión es clara y correspondida por control	Cada mes	N/A
Verificar si tiene golpes o daños	Cada mes	N/A

Tabla de control de servicio para radiotransmisores			
Nombre de la BRTE:			
Fecha:			
Aspectos a verificar	Sí	no	Observaciones/acciones realizadas
Presenta fisuras o rupturas en su chasis			
Los cables del suministro de energía están debidamente conectados			
Los cables del suministro de energía están en condiciones adecuadas de trabajo			
voltaje de alimentación			
Nombre de quien realizó el mantenimiento: _____			
Firma: _____			

Bitácora de mantenimiento de los acumuladores		
Actividades	Período	Materiales y equipo
Limpieza de sus terminales	Cada 2 meses	Lija, cepillo de alambre, bicarbonato, wipe, destornilladores, llave 3/8".
Verificación de los elementos de sujeción y conexión	Cada 2 meses	Alicate, corta alambres, destornilladores, guantes dieléctricos,
Medir el voltaje	Cada 2 meses	Milímetro, destornilladores y hoja de control

Tabla de control de servicio para acumuladores			
Nombre de la BRTE:			
Fecha:			
Aspectos a verificar	Sí	no	Observaciones/acciones realizadas
Limpieza del exterior del acumulador			
Presenta fisuras, rupturas o fugas de líquido			
Los cables del suministro de energía están debidamente conectados			
Sus terminales están en condiciones correctas de trabajo			
el voltaje del acumulador es aceptable			
Posee objetos sobre sus terminales o su superficie.			
Voltaje del acumulador			
Nombre de quien realizó el mantenimiento: _____			
Firma: _____			

VI. CONCLUSIONES

Los módulos fotovoltaicos de las bases de radiotransmisión estacionaria ubicados en la Cuenca del Río María Linda tienen la capacidad de generación para suministrar aún 50% más de la energía eléctrica demandada por carga de sus consumidores. La idea inicial era de favorecer a las personas voluntarias para que se aprovechara ese 50% de energía eléctrica aprovechable pero por falta de cultura se desvió la idea y algunas personas conectaban equipos de mayor consumo al permitido lo que provocaba un desgaste mayor al estipulado. Otras personas utilizaban el acumulador para usos mecánicos de sus vehículos. Por eso es mejor que los equipos se utilicen para fines de radiotransmisión.

Todos los reguladores instalados en las bases de radiotransmisión estacionaria de la cuenca del Río María Linda deben de llevar un control de manejo del suministro de energía de acumuladores y administración de energía a sus consumidores, efectuándose mediciones por lo menos una vez al mes en sus puntos de conexión y llevar un registro de su funcionamiento.

El manejo de inventarios por muy pequeño que sea y la información de los equipos que se están utilizando, son factores que influyen mucho en el buen desempeño del departamento técnico y administrativo por lo cual es necesario crear un historial de cada uno de los equipos instalados con las especificaciones más importantes, así como también fechas de instalación, ubicación de los equipos, quien fue el encargado de instalarlos, futuros servicios y revisiones.

Se identificaron problemas en las conexiones de los reguladores de voltaje, calibre de conductores no apropiado, mala orientación y ángulo de inclinación de los módulos fotovoltaicos, pero el mayor problema se detectó en los acumuladores debido a conexiones incorrectas, algunas están ubicadas muy cerca del suelo en lugares con mucha humedad y falta de mantenimiento.

Es necesario llevar una bitácora de mantenimiento para cada uno de los equipos para que se pueda llevar un control de fallas, causas, soluciones, quien realizó el mantenimiento, fecha, observaciones, y que archive una copia el departamento técnico y una copia el Jefe inmediato para llevar un mejor control y manejo de los equipos. Existen bases de radiotransmisión estacionaria en la cuenca María Linda que no reciben un seguimiento técnico cuando los operadores reportan fallas en los equipos y eso delimita el funcionamiento de las mismas.

Se dimensionó un sistema de generación, distribución y acumulación de la energía eléctrica tomando como referencia la información recopilada en las cinco estaciones que se analizaron de la cuenca María Linda. Y el modelo es el siguiente:

Se necesita un panel de 50w que suministre la energía eléctrica al sistema, un regulador para una carga máxima de 10ª, un acumulador de 100Ah, un radiotransmisor Motorola EM400

VII. RECOMENDACIONES

Reposicionar los paneles que están fuera de lo dimensionado para el sistema de generación de una base de radiotransmisión estacionaria de la cuenca María Linda, en cuanto al ángulo de inclinación y la orientación del mismo para aprovechar todas las horas luz del área geográfica en donde se encuentren ubicados. Según la latitud se selecciona el ángulo de inclinación de los paneles, en el litoral de la cuenca del Río María Linda su latitud esta entre 14° y 15° . De acuerdo con esta información el panel debe de tener una inclinación de 15° .

Los acumuladores deben permanecer en un área ventilada porque en sus terminales cada vez que existe una descarga eléctrica especialmente si los acumuladores llegasen a calentarse o a oxidarse, generan gases por el ácido sulfúrico y polvos de plomo que se volatilizan en cantidades pequeñas pero que pueden ser muy peligrosas. Los acumuladores deben estar ubicadas en lugares con cero humedad y lejos del suelo para evitar auto descargas.

Evitar tener exceso de cable en las conexiones de los acumuladores y el radio, eso provoca caídas de tensión en el sistema especialmente los arrollamientos crean campos magnéticos que distorsionan el voltaje y eso puede dañar los equipos.



VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. Vallina Miguel Moro, 2010, *Instaciones Solares Fotovoltaicas*. España: Editorial: PARANIFO, SA. 193pp
2. Alcor Cabrerizo, Enrique. 2002, *Instalaciones Solares Fotovoltaicas*. 3a. edición. España: Editorial: PROGENSA, Promotora general de estudios, S.A. 271 pp
3. Alonso Abella, Miguel. 2005, *Sistemas Fotovoltaicos, introducción al diseño y dimensionado de instalaciones de energía solar fotovoltaica*. 2a. edición. España: Editorial S.A.P.T. Publicaciones Técnicas, S.L. 619 pp
4. Zonas climáticas de Guatemala.(18/03/2015)
http://www.encyclopediaguatemala.org.gt/index.php?title=Archivo:CLIMAS_DE_GUATEMALA.jpg
2. Zonas climáticas de Guatemala distribuida por regiones.(18/03/2015)
<http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/zonas%20climaticas.htm>
3. Filosofía para prevenir desastres.(23/03/2015)
http://www.jica.go.jp/guatemala/espanol/activities/activity02_10.html
4. Energías renovables.(24/03/2015)
<http://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2012/04/Energ%C3%ADas-Renovables.pdf>
5. Módulos fotovoltaicos.(24/03/2015)
<http://energia-renovable.eu/tipos-de-paneles-solares/>
6. Diagrama unifilar de la conexión de un sistema solar.(20/04/2015)
<http://erenovable.com/como-funcionan-los-paneles-solares/>
7. Tipos de generación eléctrica y aspectos a considerar sobre el impacto ambiental.(29/04/2015)
<http://ambientalismnow.blogspot.com/>
8. Gestión de desastres.(23/03/2015)
http://www.onuhabitat.org/index.php?option=com_content&view=article&id=66&Itemid=33
9. Estrategias de mitigación de amenazas en la planificación del desarrollo. (23/03/2015)
<https://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea57s/ch008.htm>
10. Componentes de una instalación solar fotovoltaica.(21/04/2015)
<http://www.mcgraw-hill.es/bcv/guide/capitulo/8448171691.pdf>
11. Información técnica de componentes principales de un sistema solar fotovoltaica. (21/04/2015)
<http://solarplanet.com.mx/index.php/component/k2/itemlist/user/65-ingenieria1?start=40>

12. Acumuladores de un sistema solar fotovoltaico
http://energiasolarfotovoltaica.blogspot.com/2006/01/la-bateria_29.html

13. Mapas de la cuenca del Rio María Linda.
<http://walterbardalesrecursoshidricos.blogspot.com/2009/11/mapas-de-la-cuenca-maria-linda.html>

14. Energía renovable en Guatemala.
<http://www.ager.org.gt/energia-renovable-en-guatemala/>

15. Estadísticas de las horas sol de Guatemala
<http://www.tutiempo.net/guatemala-city.html?datos=calendario>

16. SAT's en Guatemala (20/06/20015)
http://www.conred.gob.gt/www/index.php?option=com_content&view=article&id=4910&Itemid=823#estructura-local

17. Instituto de cambio climático (22/06/2015)
<http://www.icc.org.gt/?PAGE=4>

18. Reseña histórica de los Sistemas de Alerta Temprana (15/10/2015)
<http://reliefweb.int/report/guatemala/guatemala-conred-logra-avances-importantes-en-prevenci%C3%B3n-de-desastres>

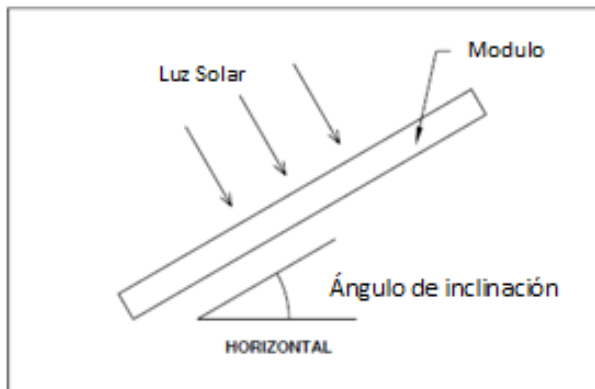
19. Tipos de Acumuladores para sistemas fotovoltaicos
<http://deltavolt.pe/energia-renovable/baterias>

20. Reguladores Mornignstar SHS-10
<http://www.technosun.com/es/productos/regulador-de-carga-MORNINGSTAR-SHS10L.php>

IX. ANEXOS

Especificaciones de los paneles Kyocera

Ángulos recomendados para sistemas fijos



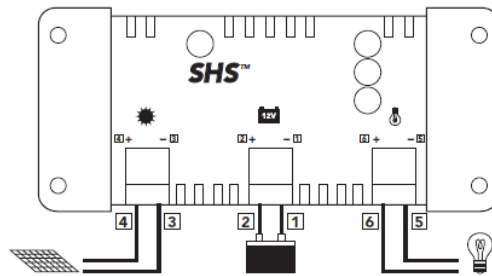
Sitio Latitud en grados	Ángulo de inclinación fijo
0° a 15° 15° a 25° 25° a 30° 30° a 35° 35° a 40° Más de 40°	15° Los mismos grados de la latitud latitud + 5° latitud + 10° latitud + 15° latitud + 20°

Table 2. Kyocera KC-Family Module Specifications

Electrical Characteristics:								
Model Number	KC-120-1	KC-80	KC-70	KC-60	KC-50	KC-45	KC-40	KC-35
Rated Power, Watts (Pmax)	120	80	70	60	50	45	40	35
Open circuit Voltage (Voc)	21.5	21.5	21.5	21.5	21.5	19.2	21.5	18.8
Short Circuit Current (Isc)	7.45	4.97	4.35	3.73	3.1	3.1	2.48	2.5
Voltage at Load (Vmp)	16.9	16.9	16.9	16.9	16.7	15	16.9	15
Current at Load (Imp)	7.1	4.73	4.14	3.55	3	3	2.34	2.33
Maximum System Voc	600	600	600	600	600	600	600	N/A
Factory Installed Bypass Diode (Qty)	yes (6)	yes (6)	yes (6)	yes (4)	yes (4)	yes (4)	yes (4)	yes (4)
Series Fuse Rating (Amps)	11	7	7	6	6	6	6	6

Especificaciones de los Reguladores Morningstar

INSTALACIÓN



- Conecte los cables en el orden indicado 1 → 6
- Úselo solamente con baterías de plomo-ácido
- Úselo solamente con sistemas de 12V
- No exceda el rango solar ni el de carga (6A o 10A)

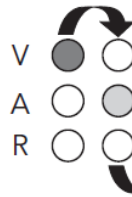
LUCES



V ● Se enciende el verde cuando el sistema de carga solar está cargando la batería



V ● Verde encendido cuando el nivel de batería es alto
 A ● Amarillo encendido si el nivel de la batería es medio
 R ● Rojo intermitente cuando el nivel de la batería es bajo
 R ● Rojo encendido cuando las cargas se cortan



V ● Verde encendido, luego
 A ● amarillo encendido y
 R ● luego rojo encendido

► **significa
 puesta en
 marcha normal**

V ● Verde encendido
 A ● Amarillo encendido
 R ● Rojo encendido

► **encendidos indica
 PROBLEMA**

- los cables + y - se tocan o demasiada corriente

Para corregir el problema:

1. Revise los cables
2. Reduzca los amperes si es necesario
3. Reinicie el controlador
 - Desconecte el + de la batería
 - Reconecte el + de la batería

CAPACIDADES NOMINALES (todos a 12 V)

- SHS 6** • 100 Watts o 6 A para el sistema de carga solar y la carga
- SHS 10** • 170 Watts o 10 A para el sistema de carga solar y la carga
- NOTAS:** • *Solamente para uso con paneles solares.*

INFORMACIÓN TÉCNICA

- PUNTO DE REGULACIÓN 14.3 V
- Desconexión por bajo voltaje 11.5 V
- Reconexión por bajo voltaje 12.6 V
- Tipo de carga PWM serie (modulación por ancho de pulso)
4 etapas: En bruto, PWM, por incremento o "Boost" y flotante
Carga compensada en temperatura
- Protecciones electrónicas Cortocircuito y exceso de corriente: en sistema solar y carga
Polaridad inversa: en sistema de carga solar, en la carga y en la batería
Corriente inversa en la noche
Limita los altos voltajes para proteger las cargas
Protección contra rayos
- Tropicalización Placa de circuito impreso con recubrimiento según norma
Terminales resistentes a la corrosión
- Terminales Para cables de tamaños de hasta 4 mm²
- Dimensiones 15.1 x 6.6 x 3.6 cm
- Peso 113 g
- Consumo propio 8 mA máximo
- Temperatura -25°C a +50°C
- Humedad 100% sin condensación
- Encapsulado IP 22
- Garantía 2 años
- Cumple con las normas de CE, Banco Mundial

Especificaciones de las radios EM400

Mantenimiento preventivo

Los radios no requieren un mantenimiento preventivo a intervalos regulares; sin embargo, se recomienda verificar anualmente los parámetros de transmisión y efectuar periódicamente una inspección visual y una limpieza.

Inspección

Cerciórese de que las superficies externas del radio estén limpias y de que funcionen todos los controles y conmutadores externos. No es aconsejable inspeccionar los circuitos electrónicos internos.

Procedimientos de limpieza

Los procedimientos siguientes describen los productos y métodos de limpieza sugeridos para limpiar las superficies externas e internas del radio. Las superficies externas son la cubierta frontal y el conjunto de la cubierta protectora. Estas superficies se deben limpiar cada vez que, por inspección visual, se detecte la presencia de manchas, grasa o suciedad.

NOTA Las superficies internas se limpiarán únicamente cuando se desarme el radio para labores de servicio o reparación.

El único producto recomendado para la limpieza externa del radio es una solución suave de detergente para lavar platos y agua, en una proporción de 0,5%. El único líquido recomendado por el fabricante para limpiar las tarjetas de circuito impreso y sus componentes es el alcohol isopropílico (70% por volumen).



PRECAUCIÓN: Los efectos producidos por ciertos productos químicos así como sus vapores pueden ser perjudiciales en determinados plásticos. Evite los aspersores en aerosol, limpiadores para sintonizadores y demás productos químicos.

Limpieza de las superficies plásticas externas

Aplique la solución de agua y detergente al 0,5% moderadamente con un cepillo de cerdas rígidas, cortas y no metálicas, para eliminar la suciedad depositada sobre el radio. Seque el radio con un trapo suave, absorbente y sin pelusas, o con un pañuelo de papel. Asegúrese de que no quede agua atrapada cerca de conectores, rendijas o hendiduras.

Limpieza de las tarjetas de circuitos y componentes internos

Puede aplicarse alcohol isopropílico (100%) con un cepillo de cerdas rígidas, cortas y no metálicas, para aflojar cualquier material incrustado o acumulado en sitios difíciles de alcanzar. Cepille con un movimiento tal que permita sacar el material desprendido fuera del radio. Ceriórese de que no caiga alcohol en los controles. No use aire comprimido para acelerar el proceso de secado pues podría acumular líquido en sitios inadecuados. Luego de terminar la limpieza, seque el área con un trapo suave, absorbente y sin pelusas. No cepille ni aplique alcohol isopropílico al marco, a la cubierta frontal ni a la cubierta superior.

NOTA Use siempre alcohol limpio y recipientes limpios a fin de evitar la contaminación por materiales disueltos ya usados con anterioridad.

Manipulación segura de componentes CMOS y LDMOS

Esta familia de radios emplea dispositivos de metal-óxido-semiconductor complementario (CMOS), los cuales pueden dañarse al ser sometidos a una descarga electrostática o alto voltaje. Este tipo de daño puede permanecer latente y ocasionar fallas al cabo de semanas o meses. Por consiguiente, recomendamos ser especialmente precavido para evitar daños a estos dispositivos durante el desmontaje, la localización de problemas y la reparación.

Las medidas de precauciones para manipulación de circuitos CMOS son obligatorias y revisten especial importancia en ambientes de baja humedad. NO comience a desarmar el radio sin antes leer la siguiente nota de PRECAUCIÓN.



PRECAUCIÓN: Este radio contiene dispositivos sensibles a la electricidad estática. No abra el radio salvo que usted esté adecuadamente conectado a tierra. Al trabajar con esta unidad, observe las precauciones siguientes:

- Guarde y transporte todos los dispositivos CMOS en un material conductor de forma que todos los contactos expuestos queden unidos eléctricamente. No introduzca dispositivos CMOS en las bandejas convencionales de espuma plástica utilizadas para almacenar y transportar otros dispositivos semiconductores.
- Conecte a tierra la superficie de trabajo del banco de prueba a fin de proteger los dispositivos CMOS. Recomendamos utilizar el Conjunto de protección antiestática (número de pieza Motorola 0180386A82), el cual incluye una pulsera antiestática, dos cables de conexión a tierra, una cubierta aisladora de mesa y una cubierta aisladora de piso.
- Use una pulsera conductora conectada a tierra a través de una resistencia de 100K. (Las pulseras antiestáticas de repuesto que se conectan con la cubierta superior del banco de prueba están identificadas con el número de pieza Motorola 4280385A59).
- No use ropa de nailon mientras que esté manipulando dispositivos CMOS.
- No inserte ni retire dispositivos CMOS sin antes interrumpir la alimentación. Cerciórese de que ninguna de las fuentes de alimentación utilizadas para probar dispositivos CMOS genere sobrevoltajes transitorios.
- Al enderezar terminales de contacto de componentes CMOS use cintas de conexión a tierra en el equipo utilizado.
- Al soldar, utilice un soldador con conexión a tierra.
- En lo posible, al manipular dispositivos CMOS hágalo por el encapsulado y no por los conductores. Antes de tocar la unidad, toque un punto conectado a tierra para disipar la carga estática que pueda haberse acumulado en su cuerpo. El encapsulado y el sustrato podrían estar conectados eléctricamente; de ser así, la incidencia de una descarga sobre la caja podría ocasionar el mismo daño que tocar los conductores.

Configuración

El voltaje de alimentación se suministra a través de una fuente de alimentación (13,8V CC para los modelos de baja potencia y 13,6 V CC para los modelos de alta potencia). El equipo de prueba requerido para los procedimientos de alineación se conecta como se muestra en el diagrama de configuración para las pruebas de sintonización del radio, que aparece en el capítulo 4, Figura 4-3.

Los ajustes iniciales de los controles del equipo deberán ser los indicados en la Tabla 3-1. Las tablas restantes de este capítulo contienen información relacionada con los siguientes datos técnicos:

Número de tabla MDC	Título
3-2	Entornos de prueba
3-3	Separación entre canales de prueba
3-4	Frecuencias de prueba
3-5	Verificaciones de desempeño del transmisor
3-6	Verificaciones de desempeño del receptor

Tabla 3-1 Ajustes iniciales de los controles del equipo

Monitor de servicio	Equipo de prueba	Fuente de alimentación
Modo de monitoreo: Monitor de potencia	"Spkr set" (conjunto de parlantes): A	Voltaje: 13,8 V CC (modelos de baja potencia) y 13,6 V CC (modelos de alta potencia)
Atenuación de RF: -70	"Spkr/load" (parlante/carga): "Speaker" (Parlante)	"DC On/Standby" (CC encendida/reposo): "Standby" (reposo)
AM, CW, FM: FM	PTT: "OFF" (desactivado)	Rango de voltajes: 20V
Fuente del osciloscopio: "Mod" (modulada) Horizontal del osciloscopio: 10ms/división Vertical del osciloscopio: 2,5 kHz/división Disparador del osciloscopio: "Auto" (automático) Imagen del monitor: "Hi" (alta) Ancho de banda (BW) del monitor: "Nar" (estrecha) Silenciador del monitor: En la mitad Volumen del monitor: Un cuarto de volumen		Corriente: 20 A

Tabla 3-4 Frecuencias de prueba

Frecuencia de prueba del EM200/EM400	VHF R2		UHF R1		UHF R2		UHF R3	
	Unidad móvil		Unidad móvil		Unidad móvil		Unidad móvil	
	TRANSM. (MHz)	RECEP. (MHz)	TRANSM. (MHz)	RECEP. (MHz)	TRANSM. (MHz)	RECEP. (MHz)	TRANSM. (MHz)	RECEP. (MHz)
F1	146,025	146,025	403,025	403,025	438,025	438,025	465,225	465,225
F2	150,700	150,700	409,150	409,150	443,300	443,300	470,225	470,225
F3	155,300	155,300	415,350	415,350	448,700	448,700	475,225	475,225
F4	160,000	160,000	421,500	421,500	454,000	454,000	480,225	480,225
F5	164,700	164,700	427,650	427,650	459,300	459,300	485,225	485,225
F6	169,300	169,300	433,850	433,850	464,700	464,700	490,225	490,225
F7	173,025	173,025	439,025	439,025	469,025	469,025	494,775	494,775

Antenas

VHF	
HAD4007_	144 - 152 MHz , 1/4 de onda para montaje en techo
HAD4008_	150,8 - 162 MHz, 1/4 de onda para montaje en techo
HAD4009_	162 - 174 MHz, 1/4 de onda para montaje en techo
RAD4000_	136 - 174 MHz, 3 dB de ganancia (sin soporte de montaje)
UHF	
HAE4002_	403 - 430 MHz, 1/4 de onda para montaje en techo
HAE4003_	450 - 470 MHz, 1/4 de onda para montaje en techo
HAE4004	UHF 470 - 512 MHz, 1/4 de onda para montaje en techo
HAE4010_	406 - 420 MHz, 3,5 dB de ganancia para montaje en techo
HAE4011_	450 - 470 MHz, 3,5 dB de ganancia para montaje en techo
RAE4004_RB	445 - 470 MHz, 5 dB de ganancia para montaje en techo
RAE4004_MB	445 - 470 MHz, 5 dB de ganancia con soporte de montaje magnético
TAE6053_	430 - 450 MHz, 1/4 de onda para montaje en techo

Audio

HMN3596_	Micrófono de mano compacto (mic. estándar)
HMN1035_	Micrófono reforzado
RMN5029_	Micrófono con teclado especial
RMN5018_	Micrófono de mano básico
RMN5019_	Micrófono Mag One con teclado
AAREX4617_	Kit de auricular tipo telefónico
GMMN4065_	Micrófono para visera (omnidireccional)
AARMN4027_	Micrófono para visera, para uso en ambientes ruidosos (unidireccional)
RSN4001_	Parlante externo de 13 vatios
HSN8145_	Parlante externo de 7,5 vatios
HLN9073_	Clip de sujeción del micrófono
HLN9414_	Clip de sujeción del micrófono

Cables

HKN9327_R	Cable de conmutador de ignición
HKN4137_	Cable de baja potencia a la batería (1-25 vatios)
HKN4191_	Cable de alta potencia a la batería (25-60 vatios)

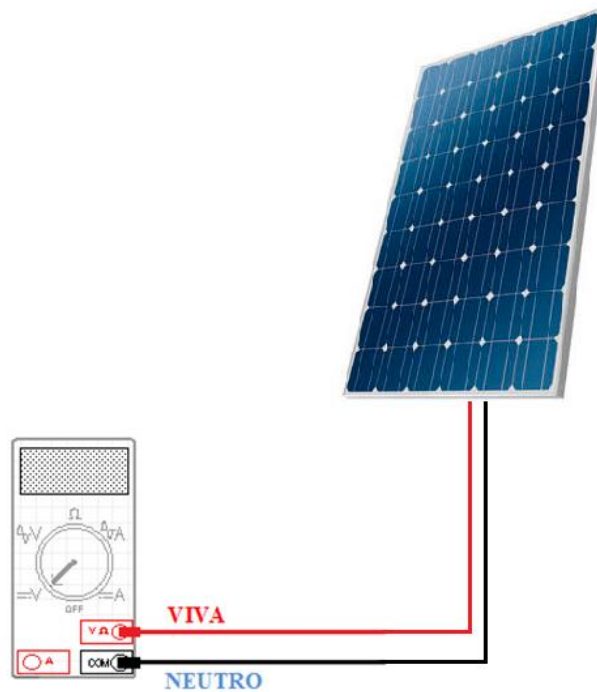
Cuadro de modelos EM200/EM400 de 146-174 MHz

VHF2, 25 W, 146-174 MHz		
Modelo		Descripción
LAM50KNC9AA1_		EM200 146-174 MHz, 25 W, 4 canales, mini UHF
LAM50KNF9AA1_		EM400 146-174 MHz, 25 W, 32 canales, mini UHF
	Ítem	Descripción
X	FUD1182_	Super Tanapa para EM200, VHF2, 25 W, 4 canales, mini UHF
	X PMUD1872_	Super Tanapa para EM400, VHF2, 25 W, 32 canales, mini UHF
X	FLD1933_S	Tarjeta de servicio para EM200, VHF2, 25 W, mini UHF
	X PMUD1882_S	Tarjeta de servicio para EM400, VHF2, 25 W, mini UHF
X	X HKLN4212_	CD-ROM con manual de usuario/instalación para la serie E (español/inglés/portugués)

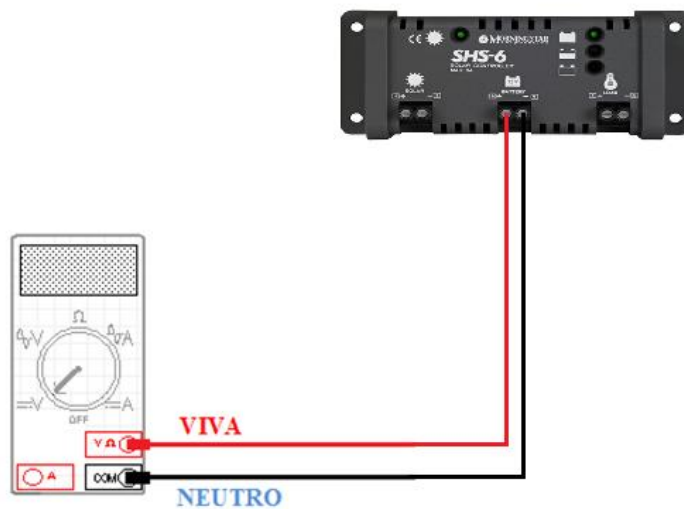
x = Indica que se requiere uno de cada uno.

Diagramas de conexión del multímetro para realizar diferentes mediciones.

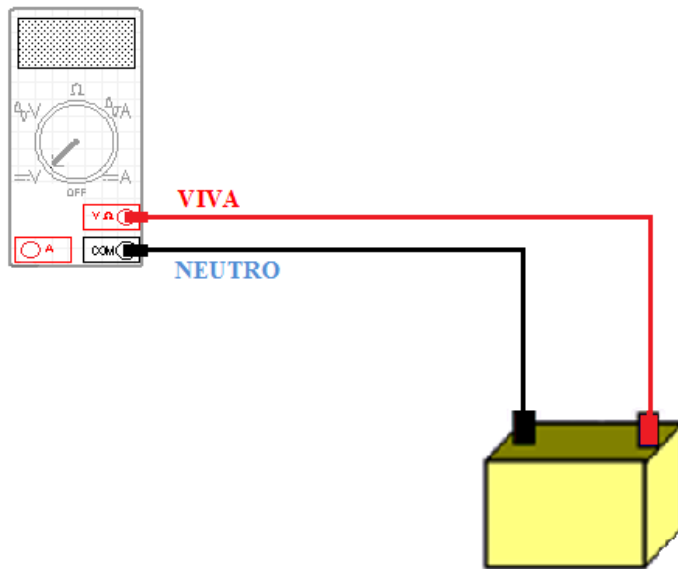
Medición de voltaje en los Módulos Fotovoltaicos



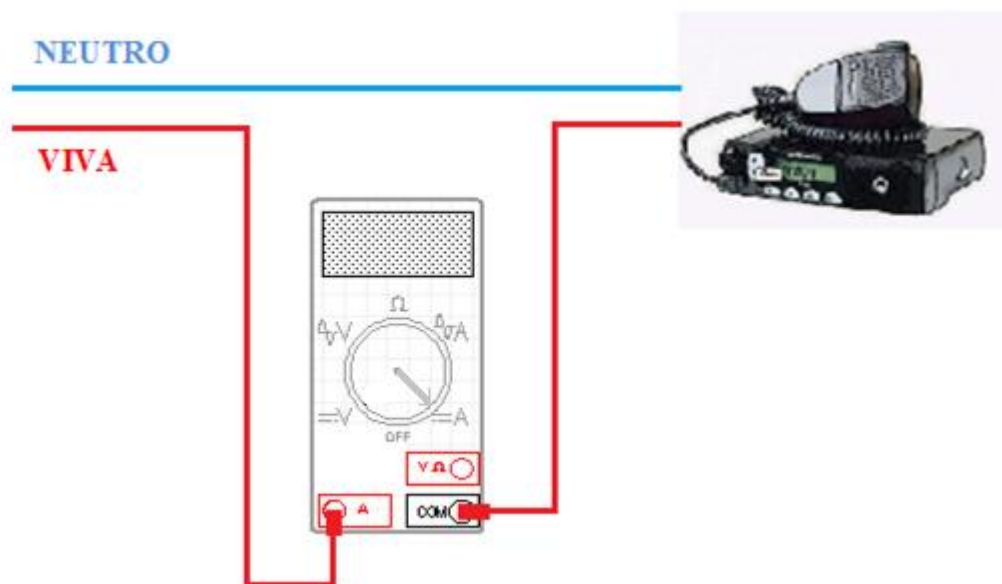
Medición de voltaje en los reguladores



Medición de voltaje en los acumuladores



Medición de amperaje en el radiotransmisor



X. GLOSARIO

Acetato de vinilo entilénico: EVA por sus siglas en inglés, es un polímero o tipo de plástico con características resistentes a golpes y muy dúctil, utilizado para proteger equipos o cableados eléctricos.

Acimut: Se refiere a un ángulo de la orientación sobre la superficie

AGER: Asociación de Generadores de Energía Renovable.

Alcalino: Alcalino o alcalinidad es un término que describe el balance pH de una sustancia. Las sustancias alcalinas, ya sea en estado líquido o sólido, tienen niveles de pH superiores al promedio, lo cual las torna en lo opuesto a los ácidos.

Antropogénicas: El término antropogénico (a veces llamado antrópico) se refiere a los efectos, procesos o materiales que son el resultado de actividades humanas, a diferencia de los que tienen causas naturales sin influencia humana.

AMM: Administrador de Mercado Mayorista.

BFD: Detección de Reenvío Bidireccional, es un protocolo de red que se utiliza para detectar fallas entre dos motores de reenvío conectados por un enlace.

Biomasa: Cantidad de productos obtenidos por fotosíntesis, susceptibles de ser transformados en combustible útil para el hombre y expresada en unidades de superficie y de volumen.

BRTE: Base de Radiotransmisión Estacionaria.

Bunker: Es un tipo de combustible líquido que es destilado del petróleo.

Carta solar: La carta solar cilíndrica consiste en un diagrama en el que se representa la posición del Sol sobre un lugar determinado para fechas diferentes y a diferentes horas, en función de la altura del Sol y el acimut del punto (orientación con respecto al Sur)

Coadyuvar: Contribuir o ayudar a la consecución de algo.

COLRED: Coordinadora Local de Reducción de Desastres

COMRED: Coordinadora Municipal de Reducción de Desastres

CONRED: Coordinadora Nacional de Reducción de Desastres

Cortocircuito: Fallo en un aparato o línea eléctrica por el cual la corriente eléctrica pasa directamente del conductor activo o fase al neutro o tierra. Es producido por el diferencial de potencia entre fases eléctricas.

Cuenca: Territorio drenado por un único sistema de drenaje natural, es decir, que drena sus aguas al mar o a un lago corriendo a través de un único río.

Electrolito: Es cualquier sustancia que contiene iones libres, los que se comportan como un medio conductor eléctrico

Electrones: Comúnmente representado por el símbolo: e^- , es una partícula subatómica con una carga eléctrica elemental negativa.

Fluoruro de polivinilo: El polifluoruro de vinilo o polivinil fluoruro es un fluoropolímero semicristalino parcialmente fluorado, utilizado principalmente en los recubrimientos interiores de aviones y láminas en módulos fotovoltaicos. Está disponible en forma de película en una variedad de colores y formulaciones para diversos usos finales, y como una resina para revestimientos especiales

FV: Por sus siglas, se refiere a un sistema Fotovoltaico

Geotérmica: Se le denomina así a una planta de generación eléctrica que utiliza el vapor de una vena volcánica como primotor.

Hidroelectricidad: Electricidad generada por plantas hidroeléctricas.

Irradiancia: Es la magnitud utilizada para describir la potencia incidente por unidad de superficie de todo tipo de radiación electromagnética.

JICA: La Agencia de Cooperación Internacional del Japón

KV: Término utilizado para expresar Kilo Voltios

Litoral: Es una porción de tierra de esta junto al mar.

Módulo Fotovoltáico: Son equipos que transforman la Luz solar en electricidad.

MW: Millones de Wats

Pluviómetro: Instrumento para medir la cantidad de lluvia que cae en un lugar y en un espacio de tiempo determinados; el agua recogida por él se mide en litros o milímetros por metro cuadrado

Snm: Sobre el nivel del mar.

Thorntwaite: Sistema de clasificación climática.

UHF: Por sus siglas del inglés Ultra High Frequency, 'frecuencia ultra alta

VHF: Por sus siglas en inglés Very High Frequency, es la banda del espectro electromagnético que ocupa el rango de frecuencias de 30 MHz a 300 MHz.

Volts: Unidad de medida del Voltaje en inglés