

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**RECINTO UNIVERSITARIO SIMÓN BOLÍVAR**  
**FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y COMPUTACIÓN**



**TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO ELÉCTRICO**

**Título:**

“Contribución de los sistemas Aislados a la matriz energética de Nicaragua en el periodo del 2009-2019”

**Autor:**

Marilyn Massiel Pérez Rugama

**Carnet:**

2013-61541

**Tutor:**

Ing. Ramiro Arcia Lacayo

**Fecha:**

Marzo, 2022



## TABLA DE CONTENIDO

<b>CAPÍTULO I: GENERALIDADES</b> .....	1
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>2. ANTECEDENTES</b> .....	4
<b>3. JUSTIFICACIÓN</b> .....	6
<b>4. OBJETIVOS</b> .....	8
<b>4.1. Objetivo General</b> .....	8
<b>4.2. Objetivos Específicos</b> .....	8
<b>5. MARCO TEÓRICO</b> .....	9
<b>5.1. ¿Qué es un Sistema Aislado?</b> .....	9
<b>5.2. Componentes y Funcionamiento de los Diferentes Tipos de Sistemas Aislados</b> 10	
<b>5.2.1. Sistema fotovoltaico de paneles solares</b> .....	10
<b>5.2.2. Sistemas térmicos</b> .....	12
<b>5.2.3. Sistemas híbridos</b> .....	14
<b>5.2.4. Sistemas eólicos</b> .....	15
<b>5.2.5. Sistemas geotérmicos</b> .....	17
<b>5.2.6. PCH (Hidroeléctricas)</b> .....	18
<b>6. DISEÑO METODOLÓGICO</b> .....	21
<b>6.1. Método Mixto</b> .....	21
<b>CAPÍTULO II: BREVE HISTORIA DE LOS SISTEMAS AISLADOS</b> .....	23
<b>7. FUENTE UTILIZADA</b> .....	24
<b>8. DESARROLLO</b> .....	25
<b>8.1. PROYECTOS EMBLEMÁTICOS</b> .....	30
<b>8.2. Caracterización de la Región Autónoma Costa Caribe Norte (RACCN), Región Autónoma Costa Caribe Sur (RACCS) y Departamento de Jinotega</b> .....	36
<b>8.2.1. Perfil general de la RACCN</b> .....	36
<b>8.2.2. Perfil General de la RACCS</b> .....	38
<b>8.2.3. Perfil General del Centro</b> .....	39

8.2.4.	Principales problemas encontrados en las tres regiones analizadas .....	40
<b>CAPÍTULO III: TIPOS DE SISTEMAS AISLADOS Y SU INCIDENCIA EN EL DESARROLLO ENERGÉTICO DEL PAÍS.....</b>		
<b>42</b>		
<b>9.</b>	<b>INVERSIÓN EN SISTEMAS AISLADOS.....</b>	<b>61</b>
9.1.	Introducción .....	61
9.2.	Antecedentes .....	62
9.3.	Situación Actual .....	62
9.4.	Objetivo.....	63
9.5.	Descripción.....	63
9.6.	Ubicación del Proyecto .....	63
9.7.	Requisitos a Cumplir.....	64
9.7.1.	Seguridad .....	64
9.7.2.	Certificación de componentes.....	64
9.7.3.	Referencias .....	64
9.8.	Alcance del Servicio.....	65
9.9.	Plazo de Ejecución .....	65
9.10.	Monedas de la Oferta .....	65
9.11.	Lugar de Entrega.....	65
9.12.	Forma de Pago.....	65
9.13.	Documentos Legales .....	66
9.14.	Especificaciones Técnicas.....	67
9.14.1.	Objetivo.....	67
9.14.2.	Descripción.....	68
9.14.3.	Ubicación del proyecto.....	68
9.14.4.	Requisito que cumplir.....	68
<b>10.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>97</b>
<b>11.</b>	<b>LISTA DE REFERENCIAS.....</b>	<b>99</b>
<b>ANEXOS.....</b>		<b>101</b>
<b>ANEXO N° 1 - CARTA PRESENTACIÓN DE LA OFERTA.....</b>		<b>101</b>

<b>ANEXO N° 2 - TABLA PRECIOS .....</b>	<b>103</b>
<b>ANEXO N° 3 - DECLARACIÓN DE MANTENIMIENTO DE OFERTA.....</b>	<b>106</b>
<b>ANEXO N° 4 - AUTORIZACIÓN DEL FABRICANTE .....</b>	<b>108</b>
<b>ANEXO N° 5 – CARTAS A LAS INSTITUCIONES .....</b>	<b>111</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Presencia de Sistemas Aislados .....	25
Tabla 2 Datos Tecnicos de las Plantas Generadoras. ....	27
Tabla 3 Interconexión SIN.....	29
Tabla 4 Plantas Solares .....	30
Tabla 5 Proyectos emblemáticos de DOSA desarrollados en los últimos 5 años .....	30
Tabla 6 Proyectos a ejecutarse dentro del área de DOSA para los próximos años.....	31
Tabla 7 Costo de combustible usado por los sistemas aislados .....	34
Tabla 8 Consolidado Generación.....	47
Tabla 9 Comparación de Precios .....	49
Tabla 10 Comportamiento de Sistemas Renovables .....	50
Tabla 11 Pliego Tarifario Generacion Termica.....	51
Tabla 12 Pliego Tarifario Generacion Hibrida. ....	51
Tabla 13 Consolidado de Generación 2.....	52
Tabla 14 Generación Bruta .....	55

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Clientes DOSA.....	33
Gráfico 2 Energía primaria suministrada a centros de transformación.....	44
Gráfico 3 Capacidad instalada por año .....	45
Gráfico 4 Comportamiento de la colecta 2012-2020 .....	48
Gráfico 5 Generación Bruta de energía en Gigavatios.....	60
Gráfico 6 Sistemas Aislados públicos – Privados del año 2020.....	60

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Sitios en los que se han instalado sistemas aislados.....	26
Figura 2 Sitios en los que se instalaron sistemas aislados .....	28
Figura 3 Capacidad Instalada Nominal por Sistemas.....	46
Figura 4 Archipiélago de Solemtiname.....	109
Figura 5 El Peñón, San Miguelito.....	109
Figura 6 El ojoche, San Miguelito.....	110

## **CAPÍTULO I: GENERALIDADES**

### **1. INTRODUCCIÓN**

El presente trabajo se encuentra enfocado en lo que son los sistemas aislados en Nicaragua, para cumplir con los objetivos planteados se estudiarán los siguientes puntos:

- Su historia y evolución en nuestro país través de los años.
- El comportamiento e incidencia que estos tienen con el medio ambiente.
- Las ventajas y desventajas que hay entre un sistema conectado a la red y un sistema aislado.
- La parte económica y social.

La importancia de estudiar este tema en particular radica en la poca información que hay en los centros de documentación de entidades gubernamentales, que son las encargadas de dar a conocer al público el avance, comportamiento y desarrollo de los mencionados sistemas. Esto no se está llevando a efecto porque la poca información disponible no está completa, lo que es trágico, ya que los sistemas aislados vienen a ser una parte muy importante en el desarrollo energético de nuestro país.

Y a pesar de que hablaremos de la contribución de los sistemas aislados a la matriz energética de Nicaragua en el periodo 2009-2019, nos enfocaremos desde el inicio del siglo hasta el 2020.

Nicaragua es el país de América Central que posee la generación de electricidad más baja (CEPAL, 2007), no obstante, de acuerdo al portal nacional tn8 (2018), Nicaragua es el segundo país con el porcentaje más alto de población con acceso a la electricidad.

El proceso de desagregación y privatización de la década de los 90 no alcanzó los objetivos esperados, lo que resultó en muy poca capacidad de generación agregada al sistema. Esto, junto a su gran dependencia del petróleo para la generación de



electricidad (la más alta de la región), provocó una crisis energética en 2006 de la cual el país ya se ha recuperado por completo.

El sistema de electricidad en Nicaragua abarca el Sistema Interconectado Nacional (SIN), que cubre más del 90% del territorio donde vive la población del país (las zonas del Pacífico, del centro y del norte completas). Las restantes regiones están cubiertas por sistemas de generación aislados, básicamente en la zona Atlántica y comunidades del departamento de Jinotega.

Este trabajo intenta contribuir de manera importante llenando ese vacío de información de este tipo ya que la mayoría de la población desconoce lo que son los sistemas aislados y la importancia que tienen.

Según Blanco, Salazar y Salazar (2009), en el caso de Nicaragua, en la actualidad las capacidades instaladas de las unidades generadoras de energía eléctrica de los sistemas aislados apenas representan el 1.16% de la generación total del país. Así mismo estas abarcan las zonas más extensas e históricamente olvidadas, pero que a su vez poseen grandes potencialidades en recursos naturales, productivos y aprovechables principalmente en las regiones del Caribe Norte y Sur.

Cabe mencionar que los sistemas aislados se dividen en dos partes: la parte pública y la parte privada, pero sigue siendo DOSA el organismo rector de los mismos. Como se verá en el documento, la generación privada supera con creces la generación pública.

Se consideran dos momentos importantes: A partir del año 2007 donde ya la cantidad de proyectos comienza a ser importante, ya que, desde sus inicios hasta ese año, su producción no se consideraba significativa y después del año 2012 que es cuando crecen los sistemas aislados y algunos se vuelven parte de la red, por lo que se considera un punto de partida para su real desarrollo.

Pero no es la generación en si lo importante, sino la cantidad de familias que se benefician de esta simbiosis estado-empresa privada ya que logran satisfacer de un

número cada vez más creciente de usuarios de la energía eléctrica proveniente de estos sistemas.

A lo largo del tiempo, se ha venido transformando una parte de los tradicionales usuarios de sistemas aislados y se han vuelto parte de la infraestructura de la red eléctrica, otros han cambiado de energía proveniente del generador alimentado con combustible fósil, a usar energía proveniente del sol y con ello se ha creado un híbrido generador- central fotovoltaica que ha incrementado la cantidad de usuarios y ha mejorado las condiciones de algunas comunidades tal como se leerá en el presente documento.

Como elemento importante, destacamos dentro de la tesis, el procedimiento seguido por los inversores (se tuvo acceso a documentación bastante delicada de la cual no podemos mostrar membretes ni sellos), que nos darán una idea de lo que se necesita para participar en las licitaciones de los nuevos sistemas que serán y están siendo instalados en la zona caribe de Nicaragua.

Eso se hace con el fin de modernizar la vida de esos nicaragüenses, y de contribuir al cuidado del medio ambiente (en la medida de lo posible).

Se mostrará todos aquellos elementos necesarios para el proceso de inversión, así como las instancias correspondientes a ser consultadas y que participan de este proceso.

## 2. ANTECEDENTES

Se ha realizado una exhaustiva búsqueda de estudios en bases de datos en el Centro de Documentación (CEDOC) de la Facultad de Electrotecnia y Computación, de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), para conocer los estudios que han incursionado en este campo investigativo y determinar las conclusiones a las cuales éstos han llegado.

Con base en esta revisión, se han encontrado trabajos investigativos similares, que, si bien es cierto, no hablan de sistemas aislados, si comparten con este tema un área medular: la matriz energética de nuestro país, y por ello consideramos valiosa la información aportada por ellas.

- Matriz de generación eléctrica en Nicaragua. Año 2012.  
Autores: Brs. Jeisson Manzanares Álvarez y José del Carmen Carvajal.
- Contribución de la energía renovable a la matriz energética en Nicaragua. Año 2015.  
Autores: Br. Gonzalo Leonel Martínez Meza.
- Evaluación de las Tecnologías de Energías Renovables en Nicaragua y Comparación de su avance a nivel Centroamericano en el periodo 2016-2019. Año 2020.  
Autores: Humberto Acosta González y Michelle Aristegui Morazán.

Al día de hoy si alguna persona se quiere informar sobre los sistemas aislados y sus características, desarrollo, etc. Debe acudir a las páginas web de las instituciones INE, ENEL, MEM, ENATREL que cuentan con información estando la misma diseminada dentro del mar de datos de las instituciones, por lo que este trabajo vendría a intentar mejorar ese vacío existente.

Para presentar este tema fue necesario además de investigar en páginas oficiales de las instituciones arriba mencionadas, realizar entrevistas a trabajadores de la Dirección Operativa de los Sistemas aislados, con gran experiencia y conocimiento histórico del desarrollo de los Sistemas aislados y que han estado a cargo del manejo, avance y desarrollo de los mismos.

Cabe mencionar que también se buscó en la Red (Internet) datos sobre Centro América, siendo muy difícil, encontrar información valiosa, ya que solo en algunos países como Honduras y Panamá, existen Sistemas Aislados, quienes tienen una Entidad Gubernamental que los aglutina. Son privados, pero se regulan por las leyes energéticas nacionales. Honduras cuenta con varias empresas que dan servicio a los habitantes de islas y la parte caribe (la Mosquitia hondureña), tales como la Bonacco Electric Company (BELCO), la Ultra Power Company S.a (UPCO), la Roatan Electric Company (RECO) y otras más, todas regidas por la Comisión Reguladora de Energía Eléctrica CREE.

Panamá cuenta con su regulador llamado ASEP (Autoridad para servicios públicos) y recibe cuentas del operar de las Empresas como Island power una de las mayores proveedoras de sistemas aislados en panamá.

En el caso de El Salvador, y Costa Rica ya tienen algún tiempo de estar apostando por energías renovables, y la total electrificación e interconexión interna del país es la prioridad. En EL Salvador, según datos de censo del 2014, solo el 5% no tenía acceso a la Energía eléctrica y de ese 5 %, el 3.5% se ubica en el campo y apenas el 1.5% en zonas Urbanas, y todo lo relativo a Energía lo Regula el Consejo Nacional de Energía. Costa Rica apenas usa el 0.5% en Energía de Biomasa y Energía solar, ya que tiene electrificado todo el país.

En el caso de Guatemala, hay 2 proyectos que destacan, la Red de Paneles solares individuales en Uaxatun, Municipio de Flores, Depto El Peten, y la Red de Distribución de Batzchocola, Municipio Nebaj, Departamento El Quiche. Según datos del INDE, en Guatemala, en la última década, la Electrificación rural paso del 50% al 90%, favoreciendo a más de 1 millón de nuevos usuarios.

### 3. JUSTIFICACIÓN

Son varios los motivos, éste es el momento adecuado para realizar esta investigación. Se enumeran a continuación los principales argumentos que han identificado:

- Evolución de los sistemas aislados (máxime a partir del nuevo siglo).
- Evolución de la eficiencia energética.
- Avances socio-económicos en la sociedad.
- Realidad y coyuntura sociopolítica del país en los últimos tiempos.

Es un tema pionero que, al ser de gran importancia, técnica y económicamente para Nicaragua, no ha recibido la atención que debería, a pesar de entrar dentro de la familia de las Energías Renovables, que es un tema de gran Auge en nuestra realidad energética nacional, y que ha sido de vital importancia para el desarrollo de nuestro país.

Además, es importante que los estudiantes de ingeniería eléctrica, profesionales afines y público en general, puedan tener acceso a la historia, su origen, los problemas enfrentados en el proceso de su desarrollo, así como la diversificación que han sufrido en el paso de los años., Como parte de la nueva generación de profesionales de la Ingeniería Eléctrica de Nicaragua, durante la formación académica recibida, la única asignatura relacionada con estos sistemas, es la de Centrales Eléctricas, y en ella prácticamente la información brindada es prácticamente nula.

Si recordamos que somos un país en vías de desarrollo, con economía dependiente y con tecnología limitada, hay mucho que agradecerles a los sistemas aislados, pues donde la red no llega, ellos proporcionan, al día de hoy, la posibilidad de una mejor calidad de vida para los usuarios.

También es importante mencionar que la topografía de Nicaragua en la zona atlántica de Nicaragua y la poca población existente en esta zona, hace que no sea atractivo el

construir ampliaciones del sistema interconectado nacional, ya que implica grandes inversiones con tiempos de retorno no viables económicamente.

Es por ello que esta Tesis, nos muestra un panorama al día de hoy de cómo está la situación energética de Nicaragua, fuera de la Red convencional.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. Objetivo General**

- Determinar la contribución de los sistemas aislados a la matriz energética de Nicaragua en el periodo del 2009-2019.

### **4.2. Objetivos Específicos**

- Caracterizar los tipos de sistemas aislados en Nicaragua y su incidencia en el desarrollo energético del país.
- Cuantificar el ahorro obtenido en el periodo del 2009-2019, debido a los sistemas aislados.
- Establecer el grado de importancia de los sistemas aislados en la matriz energética, respecto a los demás componentes.
- Mejorar la cantidad y calidad de la información pública sobre los sistemas aislados en nuestro país.

## 5. MARCO TEÓRICO

### 5.1. ¿Qué es un Sistema Aislado?

Un Sistema eléctrico Aislado, también conocido como fuente de alimentación de remota área, es un sistema eléctrico fuera de la red para lugares que no estén equipados con un sistema de distribución de energía eléctrica o que no deseen estar incluidos en él. Los Sistemas aislados típicos incluyen uno o más métodos de generación de electricidad, almacenamiento de energía y su regulación.

La electricidad se genera típicamente por uno o más de los métodos siguientes (tipos):

- Sistema Fotovoltaico de Paneles Solares
- Sistemas Térmicos
- Sistemas Híbridos (formado por Sistemas Fotovoltaicos y Sistemas Térmicos)
- Turbinas Eólicas
- Fuentes Geotérmicas
- Fuentes Hidroeléctricas (PCH)

El almacenamiento típico se implementa con un banco de baterías. La potencia absorbida directamente de la batería será corriente directa de extra bajo voltaje (DC ELV) y esto se utiliza especialmente para la iluminación, así como para los aparatos de CC. Se utiliza un inversor para generar CA de baja tensión, que se puede utilizar con los aparatos más típicos.

Obviamente, lo anterior no es aplicable a fuentes tanto térmicas, como geotérmicas e hidroeléctricas, ya que ellas operan de manera diferente, que utilizan el vapor como fuente principal para el movimiento de las turbinas o generadores y que hacen uso también de la energía potencial, como medio de almacenamiento.

En lo que concierne los sistemas aislados a pesar de la existencia de un marco regulatorio no existen estatutos específicos y bien delimitados que permitan implementar



un modelo sostenible de electrificación rural por medio de energías renovables. Se requiere una reglamentación más específica que regule el tipo de otorgamiento y la forma de control de concesiones de territorios o zonas a ser servidas, calidad del servicio suministrado, derechos y deberes de los actores en el sector eléctrico rural, entre otras cosas.

Tener acceso a electricidad de forma estable es un factor clave para el desarrollo y bienestar de cualquier población o empresa, y dar estas oportunidades en zonas rurales es un reto pendiente en los próximos años y décadas, porque además es una oportunidad para descongestionar nuestras ciudades cada vez más pobladas y con una calidad de vida poco saludable, ni física y ni psicológicamente.

La subida de los precios de la energía eléctrica ha motivado también a personas particulares con acceso a la red, a buscar alternativas de suministros autónomos, y a empresas de bajar el gasto energético a mediano plazo con una producción propia de electricidad.

En algunos lugares rurales con redes existentes pero inestables, una producción propia de energía garantiza la continuidad de la actividad en general, porque es muy tedioso de tener que parar trabajo y vida por las múltiples fallas en el suministro, que suelen tener redes lejos de puntos de generación por sus pérdidas y su caída de Tension en el transporte.

## **5.2. Componentes y Funcionamiento de los Diferentes Tipos de Sistemas Aislados**

### **5.2.1. Sistema fotovoltaico de paneles solares**

Componente encargado de transformar la radiación solar en energía eléctrica a través del efecto fotoeléctrico. Están hechos principalmente por semiconductores (silicio) monocristalinos o poli-cristalinos. Los de mejor precio y mayor disponibilidad en el mercado

internacional es el poli cristalino. Estos son caracterizados por su potencia nominal o potencia máxima que puede generar este panel en condiciones ideales (radiación de 1 kW/m<sup>2</sup> y temperatura de 25°C) (CPM Solar, 2018).

### ***Regulador de carga***

Este componente del sistema administra de forma eficiente la energía hacia las baterías prolongando su vida útil protegiendo el sistema de sobrecarga y sobre-descargas. Este componente es comercializado basado en su capacidad máxima de corriente a controlar (amperios).

### ***Batería (acumulador)***

La energía eléctrica de los paneles, una vez regulada va a las baterías. Estas almacenan la electricidad para poder usarla en otro momento, su comercialización es basada en la capacidad de almacenar energía y es medida en Amperios hora (Ah).

### ***Inversor***

Este componente convierte la corriente continua y bajo voltaje (12v o 24v típicamente) proveniente de las baterías o controlador en corriente alterna, para el caso de Nicaragua 120 V, de forma simplificada se puede decir que transforma la corriente continua en una toma corriente convencional.

Por lo general es comercializado basado en su potencia en Watts, la cual es calculada como el voltaje por corriente ( $P=VI$ ). Corresponde a la demanda máxima de (potencia) de los equipos que se van a conectar. Se puede prescindir de este componente cuando los equipos a conectar puedan ser alimentados por corriente directa. Como es el caso de algunos tipos de iluminación, motores y equipos diseñados para trabajar con energía solar.

## **Soportes**

Este es un componente pasivo de los sistemas de energía solar. Encargado de mantener en su lugar los módulos fotovoltaicos y debe estar proyectado para soportar la intemperie de forma constante, expansiones térmicas durante mínimo 25 años.

Cada uno de los anteriores componentes de un sistema de energía solar usa diferentes tecnologías. Los cuales hacen a los sistemas más o menos robustos y brindan otro tipo de propiedades. El uso de cada uno de estos componentes y la tecnología a usar depende mucho de la necesidad que se busca cubrir y las limitantes técnicas. Es decir, si se quiere un sistema portátil se deberá reducir peso en las baterías lo más conveniente puede ser usar baterías iones de litio. En casos de humedad muy alta se deben de usar controladores encapsulados con alto grado de protección al agua.

Estas instalaciones que se pueden realizar en cualquier lugar están pensadas para cualquier país o ciudades en desarrollo, pero sobre todo en aquellas zonas donde no existe acceso a la red eléctrica convencional.

### **5.2.2. Sistemas térmicos**

Las plantas térmicas son, básicamente, un grupo formado por un motor de combustión interna, el cual mueve un alternador eléctrico para generar energía, la principal función es suministrar energía eléctrica en sitios donde la red de distribución es débil y presenta constantes intermitencias. Asimismo, existen en el mercado una gran variedad de plantas eléctricas que varían en los regímenes de operación, entre ellas se encuentran:

Plantas eléctricas biogás: son aquellos grupos de generación que incluyen como fuente motriz un motor de combustión interna, capaz de trabajar con combustibles en forma de gas, producido por la descomposición de materia orgánica.

Plantas eléctricas gas: incluyen una fuente motriz de combustión interna, con capacidad de trabajar con combustibles que resultan de una mezcla de hidrocarburos livianos en estado gaseoso.

### ***Plantas eléctricas diésel***

Grupos de generación que incluyen como fuente motriz un propulsor de combustión interna que permite trabajar con combustible diésel. El saber de qué están compuestas las plantas eléctricas nos permite adentrarnos en su funcionamiento y entender con mayor claridad su uso. Conozcamos los principales elementos:

#### ***Motor***

Es, sin duda, una de las piezas más importantes, ya que es el responsable de producir la potencia necesaria para mover el alternador que permite generar la energía eléctrica. Su dimensión se debe ajustar a las diferentes aplicaciones que tiene la planta, utilizando el combustible según las características.

#### ***Alternador***

Para los expertos en el tema, es el elemento fundamental en el adecuado uso de las plantas eléctricas, ya que se encarga de transformar la energía mecánica del motor en energía eléctrica. Dentro de su construcción, está unido al motor mediante discos de fijación que transmiten el movimiento del motor al rotador del alternador.

#### ***Cuadro de control***

Con el uso de este elemento se controla el equipo y su funcionamiento. Por medio de él se pone en marcha la planta eléctrica, se apaga y se manejan las diferentes características que tiene. Este componente varía según las aplicaciones, pues cuenta con cuadros de control automáticos que no requieren la intervención de personas para arrancar (su manejo es autónomo y cuando sea necesario) y cuadros de control

eléctricos que sí requieren la intervención del hombre para ponerse en marcha y apagar el sistema.

### ***Bancada de apoyo***

Es un elemento que funciona como base de sujeción, entre el motor y el alternador, cuya construcción es variable según la función o las características de la planta. Dentro de las normativas se establece que esta bancada se debe elaborar con chapa metálica o perfiles metálicos, con el objetivo de dotar al conjunto de la fuerza y la robustez necesarias. Esta bancada, adicionalmente, puede amortiguar vibraciones producidas en su funcionamiento.

### **5.2.3. Sistemas híbridos**

Cristóbal (2017) explica que, en el caso de Nicaragua, tenemos una versión diferente de los sistemas híbridos. Siempre estos sistemas están formados con elementos de energía renovable. En este caso no es así. Se forma a partir de paneles fotovoltaicos y generadores que usan combustible fósil, que trabajan juntos.

Esto se da debido a que la infraestructura existente, al haber incremento de población, puede ser aprovechada, para beneficiar a más cantidad de personas.

Está formado por paneles solares, que es la parte de energía limpia y que convella todos los elementos discutidos arriba.

También está compuesto por un generador (aunque pueden ser más de uno), y que generalmente consume diésel (combustible fósil) tanto por su bajo costo, como por su facilidad de transporte y almacenaje. Todos los elementos también están descritos arriba.

Lo novedoso de esto, es la ampliación de la cantidad de clientes, aunque para ello se siga utilizando (por algún tiempo más) combustibles fósiles.

Obviamente, la idea es terminar en algún momento con este tipo de sistema, y quedar solo con la parte renovable, pero eso requiere de inversión, que inicialmente sería muy alta y que por el momento tendrá que esperar.

Se ha priorizado el mejoramiento de la calidad de vida de aquellos que todavía no tenían acceso a la energía y el incremento de las cargas, para activar el comercio en sus formas más primitivas, promover el turismo y lograr un relativo desarrollo a mediano plazo.

Todo lo anterior, se hará posible, gracias al ahorro que se vaya obteniendo de los antiguos sistemas térmicos aislados y que han contribuido en su momento a hacer la vida de los nicaragüenses ubicados en zonas remotas, más fácil, con el acceso a servicios que le brinda el poseer electricidad en su comunidad (Carrión y Ortiz, 2013).

#### **5.2.4. Sistemas eólicos**

Un proyecto eólico puede estar constituido de uno o dos aerogeneradores, si se trata de pequeños sistemas, o de varias decenas de ellos, para sistemas de gran potencia. Los primeros suelen corresponder a centrales de generación aislada, con aprovechamiento directo de la electricidad o bien con almacenamiento de energía en baterías, pero utilizando generalmente aerogeneradores de pequeña potencia.

Los aerogeneradores, o Aero turbinas, se clasifican en dos grandes bloques, según sean de eje horizontal o vertical. Y dentro del primer grupo se distinguen los de ejes paralelos a la dirección del viento de los perpendiculares. Los molinos convencionales, ya narrados por Don Miguel de Cervantes en su obra maestra, se clasifican dentro de los de eje horizontal y paralelos al viento. Esta es la tipología que se considera en el presente estudio, aunque con la incorporación de grandes avances científicos y tecnológicos. Son las máquinas eólicas del siglo XXI que constituyen los modernos parques eólico-eléctricos.

Un aerogenerador consta de los siguientes componentes:

**Rotor:** incluye las palas y el buje.

Cuando el viento incide sobre las palas, éste provoca su movimiento rotacional, que se transfiere al buje. Este, a su vez, está acoplado al eje de baja velocidad del aerogenerador, transmitiéndole la potencia del movimiento.

**Góndola:** estructura que contiene en su interior el eje de baja velocidad mencionado, el multiplicador, el eje de alta velocidad, el generador de corriente, la unidad de refrigeración, el controlador electrónico, el freno, el anemómetro y la veleta.

El movimiento del eje de baja velocidad es amplificado mediante la caja de engranajes, o multiplicador, que aumenta la velocidad de rotación del rotor unas 50 veces, para que la velocidad de rotación que recibe el generador, a través del correspondiente eje, sea de unas 1.500 r.p.m.

En el generador se convierte la energía mecánica en energía eléctrica. Su potencia varía en función de las características técnicas del aerogenerador en cuestión.

Los demás componentes de la góndola son complementarios, pero imprescindibles. Así, la unidad de refrigeración contiene un ventilador utilizado para enfriar el generador eléctrico. Además, contiene una unidad refrigerante por aceite empleada para enfriar el aceite del multiplicador. Algunas turbinas tienen generadores refrigerados por agua. El controlador electrónico es un ordenador que continuamente monitoriza las condiciones del aerogenerador y que controla el mecanismo de orientación. En caso de cualquier disfunción (por ejemplo, un sobrecalentamiento en el multiplicador o en el generador) detiene automáticamente el aerogenerador y envía una señal al ordenador del operario encargado de su mantenimiento.

Por su parte, el anemómetro y la veleta son instrumentos de medición del viento, necesarios para la monitorización y orientación que lleva a cabo el controlador del aerogenerador. De este modo, el controlador electrónico conecta el aerogenerador

cuando el viento alcanza aproximadamente 5 mis, y lo parará cuando esta velocidad exceda los 25 m/s, con el fin de proteger a la turbina y sus alrededores. Las señales de la veleta son utilizadas por el controlador electrónico para girar el aerogenerador en contra del viento, utilizando el mecanismo de orientación.

El eje de alta velocidad está equipado de un freno de disco mecánico de emergencia, utilizado en caso de fallo del freno aerodinámico, o durante las labores de mantenimiento de la turbina.

**Torre:** soporta la góndola y el rotor, y se sustenta en el terreno a través de una zapata de cimentación. La altura de la torre está relacionada con la cantidad de energía generada por el aerogenerador.

**Acumuladores o Banco De Baterías:** Las baterías son unos elementos indispensables en los sistemas eólicos ya que se encargan de almacenar la energía cuando ésta no es consumida. Este caso se da habitualmente en las instalaciones aisladas a red ya que la mayoría de electrodomésticos se utilizan en horario nocturno. En el caso de comunidades en países en desarrollo este efecto se acentúa ya que las curvas de demanda son mucho más pronunciadas en horario nocturno.

### 5.2.5. Sistemas geotérmicos

La energía geotérmica es una energía renovable que se obtiene mediante el calor que proviene del interior de la Tierra. Se manifiesta de forma natural mediante fuentes termales, géiseres o volcanes. Por lo general, se utiliza para refrigerar, calefaccionar, suministrar agua potable y generar electricidad. Existen tres tipos de recursos geotérmicos según su temperatura:

- Alta temperatura: más de 150 °C
- Media baja temperatura: entre 30 y 150 °C
- Muy baja temperatura: menos de 30 °C



### *¿Cómo es una central geotérmica aislada?*

Por lo general, este tipo de centrales se localizan sobre los yacimientos geotérmicos. El vapor geotérmico y el agua geotérmica se extraen a través de unos pozos productores. Una vez en la superficie, se separan. El vapor pasa a una central generadora, mientras que el agua se vuelve a inyectar al subsuelo. La fuerza del vapor ya seco activa una turbina que está conectada a un generador, produciendo electricidad. Después, el vapor se condensa y vuelve otra vez al suelo donde se somete a un proceso reciclable que le permite volver a calentarse.

Las turbinas de estas centrales entran en movimiento gracias a un chorro de vapor a presión que se obtiene calentando el agua. Existen diferentes formas de generar energía en las **centrales de tipo térmicas**: Entre las térmicas están:

- **De biomasa**: obtienen la energía de la combustión de residuos forestales, agrícolas o de los famosos cultivos energéticos.
- **De incineración de residuos sólidos urbanos**: obtienen la energía a través de la combustión de la basura tratada.
- **Centrales nucleares**: generan energía gracias a las reacciones de fisión de átomos de uranio. Las termo solares por su lado, calientan el agua concentrando la energía procedente del sol y, finalmente las **centrales geotérmicas** que aprovechan el calor que proviene del interior de la tierra.

### **5.2.6. PCH (Hidroeléctricas)**

Mini hidráulica o mini centrales hidroeléctricas es generación de energía eléctrica a partir de pequeños saltos de agua, aprovechando la fuerza del agua para mover una turbina y posteriormente un generador. La cantidad de usuarios a abastecer dependerá de la cantidad de agua utilizable y la altura del salto.

#### Ventajas de las PCH:

- No necesitan combustible, trabajan con la fuerza del agua que puede ser sustentable.
- No contamina el medio ambiente porque no produce ni gases ni humo en su funcionamiento.
- Las comunidades podrán avocarse a otras formas de desarrollo tecnificado de sus actividades agrícolas y a la atención de otras necesidades fundamentales en salud y educación.
- Se crearán oportunidades de trabajo para los habitantes de las comunidades y su involucramiento en la vida operativa del proyecto, diversificando y calificando su mano de obra.
- Se apoyará a los programas de combate de pobreza del gobierno, instalando la energía eléctrica. Aprovechamiento energético en forma ambientalmente amigable y entrenamiento asociado de la comunidad en la conservación del medio ambiente.
- Disminuirá la generación térmica y los gases de efecto invernadero
- La rentabilidad en la venta de energía y en administración de la operación de la central, permitirá generar recursos financieros que serán invertidos en el desarrollo de la comunidad posibilitándole salir de la pobreza extrema actual.

#### Componentes principales de las PCH

- **La presa:** Responsable de contener el agua de un río y almacenarla en un embalse.
- **Rebosaderos:** Elementos que permiten liberar parte del agua retenida sin que pase por la sala de máquinas.
- **Destruccionadores de energía:** Reducen la energía del agua para evitar erosiones en el terreno o sobrecarga. Los dos tipos principales son:

- **Los dientes o prismas de cemento:** Provocan un aumento de la turbulencia y de los remolinos.
- **Los deflectores de salto de esquí:** Disipan la energía haciendo aumentar la fricción del agua con el aire y a través del choque con el colchón de agua que encuentra a su caída.
- **Sala de máquinas:** Construcción donde se sitúan las máquinas y elementos de regulación y control de la central.
- **Turbina:** Transforman la energía cinética de una corriente de agua en energía mecánica.
- **Alternador:** Tipo de generador eléctrico que transforma la energía mecánica en eléctrica.
- **Conducciones:** La alimentación del agua a las turbinas se hace a través de un sistema complejo de canalizaciones.
- **Válvulas:** Dispositivos que permiten controlar y regular la circulación del agua por las tuberías.
- **Chimeneas de equilibrio:** Pozos de presión de las turbinas que se utilizan para evitar el llamado “golpe de ariete”, que produce cuando hay un cambio repentino de presión debido a la apertura o cierre rápido de las válvulas.

## **6. DISEÑO METODOLÓGICO**

Para llevar a cabo cada uno de los objetivos planteados, se realizará el proceso de recolección y análisis de información con el objetivo de fundamentar nuestro tema.

Esto debido a que se habla de la historia y evolución de los sistemas aislados en Nicaragua, como ya se expresó antes, no se obtiene suficiente información en los centros de documentación, por lo mismo se procederá a hacer entrevistas a trabajadores antiguos y de alto nivel de la Dirección Operativa de Sistemas Aislados.

### **6.1. Método Mixto**

Siguiendo este orden de ideas, frente al diseño metodológico que fue desarrollado en este trabajo se exponen los elementos teóricos que sustentan el diseño metodológico mixto, como lo son sus fundamentos, pertinencia en una investigación y las fortalezas, ventajas de uso e implementación entre otras.

De igual manera, al tener tanto elementos cualitativos, como cuantitativos dentro del presente trabajo, el uso de la investigación metodológica mixta resulta ser la más atractiva y adecuada. En el desarrollo del trabajo, los parámetros cualitativos y cuantitativos, así como los resultados de las entrevistas realizadas serán dados a conocer.

No se debemos olvidar que un instrumento importante a ser incluido es la obtención de información vía entrevista con trabajadores antiguos de DOSA, ya que el aporte histórico técnico conseguido por este medio será de vital importancia.

De acuerdo con Hernández, Fernández, & Baptista (2010) “los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su

integración y discusión conjunta, para realizar inferencias y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio”.

Por lo anteriormente expuesto, es que se utilizamos este tipo de investigación.

## **CAPÍTULO II: BREVE HISTORIA DE LOS SISTEMAS AISLADOS**

La Empresa Nicaragüense de Electricidad (ENEL), fue creada por medio del decreto Legislativo No. 46-94, publicado en La Gaceta diario Oficial del uno de noviembre de 1994, es una entidad del Estado de Nicaragua, adscrita al Ministerio de Energía y Minas (MEM), y propietaria de plantas generadoras de diferentes tipos y capacidades en los subsectores geotérmico, hidroeléctrico y térmico.

El marco institucional del Sector Energía está determinado por la Ley de la Industria Eléctrica N° 272, del 23 de marzo de 1998. Dicha Ley, es el marco del sector que establece por objeto el régimen legal sobre las actividades de la industria, comprendiendo la generación, transmisión, distribución, comercialización, importación y exportación de la energía eléctrica.

La Empresa Nicaragüense de Electricidad (ENEL) es la entidad comercial estatal que se segmentó inicialmente en agentes económicos constituidos como sociedades anónimas, los cuales fueron fusionados nuevamente en una sola institución con la promulgación del 27 de enero del 2011, La Gaceta N° 17, La Ley N°. 746 Ley de Reforma al Decreto Ejecutivo N° 46 - 94, Creación de la Empresa Nicaragüense de Electricidad, a la Ley N° 272, Ley de la Industria Eléctrica y a la Ley N° 554 Ley de Estabilidad Energética.

La nueva Empresa Nicaragüense de Electricidad, adscrita al Ministerio de Energía y Minas, tendrá como finalidad principal la actividad de generación de energía eléctrica mediante el uso de fuentes disponibles, en especial aquellas generada a base de recursos renovables para que incida directamente en la oferta de energía limpia y más barata para el acceso al consumidor y al usuario final, todo de conformidad Ley N°. 746, Aprobada el 01 de diciembre del 2010, Publicada en La Gaceta, Diario Oficial N°. 17 del 27 de enero del 2011, detallado abajo.

Artículo 15: Dirección de Operación de los Sistemas Aislados. Créase la Dirección de Operación de los Sistemas Aislados, DOSA, con el objeto de fortalecer la operación y

administración de los Sistemas Aislados que opera ENEL en los territorios otorgados o no en concesión por el Ministerio de Energía y Minas, esta constituye una unidad técnico - administrativo de la Empresa Nicaragüense de Electricidad (ENEL).

Comenzó a ser dirigida administrativa y operativamente por el Gerente General nombrado por el Presidente Ejecutivo de ENEL, y a partir de diciembre del 2020 mediante decreto por ENATREL

## **7. FUENTE UTILIZADA**

La base fundamental para la generación de energía eléctrica usada fue el Diésel, ya que la mayoría de las plantas eran de baja potencia (32kW-320kW) a base de diésel, cuyo costo es más bajo que la gasolina.

El único lugar donde se ha generado con bunker (costo menor que el diésel) es en las plantas de Puerto Cabezas, ya que la mayoría son de gran potencia de 1,000 kW a 1,600kW, además ahí existen los equipos para bajar la viscosidad del Bunker para poderlo usar en generación.

Esta nueva entidad, dependía de la división de distribución de INE e inició con treinta personas entre técnicos y operadores de plantas.

El presupuesto inicial de esta unidad estaba supeditada a la presidencia ejecutiva de ENEL como una sección.

Los primeros años de Sistemas Aislados no tenían la relevancia que llegaron a tener posteriormente, ya que los lugares donde se generaban con Diésel eran pocos (Puerto Cabezas, Bluefields y la Isla de Ometepe), luego con la conexión de Bluefields al SIN, prácticamente los Sistemas Aislados no eran de Gran relevancia dentro de la estructura de la empresa denominada en ese entonces INE, ya que el INE daba cobertura eléctrica a todo el país.

## 8. DESARROLLO

Uno de los momentos de mayor crecimiento de los sistemas aislados fue posterior al Huracán Mitch, en el año 1998, dado que mediante los préstamos de China Taiwán se multiplicaron los sitios donde se instalaron sistemas aislados. Pasando de 03 sistemas a 33 sistemas:

Esto se detallará mejor en la Tabla 1 que se muestra a continuación, donde están contenidos los puntos geográficos donde los Sistemas Aislados tiene presencia en el país.

**Tabla 1 Presencia de Sistemas Aislados**

ITEM	RAAN	ITEM	JINOTEGA
1	Puerto Cabezas	21	El Cua
2	Waspan	22	Bocay
3	Bullkiamp	23	Ayapal
4	Leymus	24	El Jobo
5	Wawabar	25	Wiwili
6	Sandy Bay	26	Wamblan
7	Krukira	27	Plan de Grama
8	Km43	ITEM	RAAS
9	Iayasiksa	28	El Ayote
10	Santa Marta	29	Laguna de Perlas
11	Sinsin	30	Kukrahill
12	Maniwatla	31	San Juan de Nicaragua
13	Mulukuku	32	El Bluff
14	Santa Rita	33	Pueblo nuevo
15	Rosita		
16	Sahsa		
17	Siuna		
18	Wani		
19	Karata		
20	El Naranjo		

*Fuente: Departamento Técnico DOSA*

Cabe destacar que este crecimiento fue en sistemas de generación aislados que solo abarcaban los centros poblacionales que no había capacidad para ampliarse a las comunidades rurales.



Fue hasta en el año 2008 que los Sistemas Aislados empezaron la interconexión de los sistemas aislados al SIN (Sistema Interconectado Nacional), lo que permitió la ampliación de las redes a las comunidades urbanas dando un salto de calidad en cuanto a ingreso y alcance a nuevos clientes. La Figura 1 presenta comunidades en las que se han instalado sistemas aislados.



**Figura 1 Sitios en los que se han instalado sistemas aislados**

**Tabla 2 Datos Tecnicos de las Plantas Generadoras.**

FICHAS TECNICAS DE PLANTAS DE GENERACIÓN DE DOSA								
UNIDADES EN OPERACIÓN	AGENCIA	MARCA	SERIE	ARREGLO / MOTOR	MODELO	POTENCIA INSTALADA (KW)	POTENCIA DISPONIBLE (KW)	TIPO DE GENERACION
<b>GENERACIÓN PROPIA</b>								
4	WASPAM	CATERPILLAR	ELM03269	382-3739	C-18	545	450	TERMICA
		CATERPILLAR	1DZ00601	150-2981	3406	320	250	TERMICA
		CATERPILLAR	FTH10827	460-7413	C-15	455	400	TERMICA
		CATERPILLAR	JAA01128 (JA01103)	148-2175	3306	224.5	179.6	TERMICA
2	SAN ESQUIPULAS	INTERNATIONAL	WS4486N1285026	DTA530E	GEH-200	180	140	TERMICA
		JOHN DEERE	CD6068H763320	6068HF258	BCD-180P	180	144	TERMICA
4	CORN ISLAND	CATERPILLAR	STH04050	241-2421	C-18 #1	545	400	TERMICA
		CATERPILLAR	EGP00934	293-9761	C-18 #2	545	400	TERMICA
		CATERPILLAR	3853078	S/N	3412 #1	545	0	TERMICA
		CATERPILLAR	FTH10857	460-7413	C-15	455	400	TERMICA
1	LITTLE CORN ISLAND	CATERPILLAR	2GG01723	150-2982	3406	320	250	TERMICA
		CATERPILLAR	PWE02471	393-2807	C-13	350	300	TERMICA
1	ORINOCO	JOHN DEERE	CD6068H730751	6068HF158	AJD110	93	74.4	TERMICA
1	KARAWALA	INTERNATIONAL	WS4486N1523492	DTE530E	GEH 200	200	0	TERMICA
		INTERNATIONAL	WS5546N1608287	DTE530E	GEH 220-4	200	180	TERMICA
1	PUEBLO NUEVO	PERKINS	B512598V	247-6127	RS60140 GEP88-3	80	72	TERMICA
1	RAMAKAY	JOHN DEERE	CD4039B014743	4039TF008	BCJD-705	80	70	TERMICA
		PERKINS	7K300367	448-4798	3054C DE110	100	0	TERMICA
2	SAN JUAN DE NICARAGUA	BROADCROWN	CD6068H763320	6068HF258	BCJD-190-60	150	142.5	TERMICA
		CATERPILLAR	S9X00298	467-9194	C-9	250	220	TERMICA

*Fuente: Departamento Técnico DOSA*

La tabla 2 presenta los datos técnicos de las plantas generadoras de DOSA, algunas de las plantas no fueron mencionadas en este cuadro ya que las placas donde se muestran el detalle de los datos técnicos se encontraban borrados.

Para los años 2019-2020 y continuando con la interconexión en las regiones autónomas de la costa caribe, solo existen 6 sistemas aislados ubicados en los municipios Karawala, Orinoco, Pueblo Nuevo, Waspam, la cruz de Rio Grande, San Esquipulas (Figura 2).



**Figura 2 Sitios en los que se instalaron sistemas aislados**

Con el desarrollo de inversión en el suministro de diésel para la generación propia y ampliación en las redes de distribución, se facilita el crecimiento económico y el desarrollo social de la región autónoma costa caribe norte y Sur y los departamentos de San Juan de Nicaragua, Jinotega.

Teniendo en cuenta que en cada una de estas localidades se tiene diferentes tipos de clientes entre los que se destacan: Acopios de Productos del Mar, Acopios de Leche, Hoteles, Hospedajes, Monederos, Bares, Restaurantes, Cyber Café, Centros de Salud,

Escuelas, Universidades, Oficinas Gubernamentales y Viviendas domiciliarias, cumpliendo así con el crecimiento económico de cada municipio, se sigue cambiando Nicaragua cumpliendo el compromiso de llevar el servicio eléctrico a todos los hogares nicaragüenses.

La Tabla 3 presenta Sitios interconectados al SIN:

**Tabla 3 Interconexión SIN**

Año de conexión al SIN	Sistema Aislados	Clientes durante la conexión	Clientes 2020
2008	Mulukuku	692	8,100
	Siuna	1,682	6,900
2009	Laguna de Perlas	544	1,300
	KukraHill	508	2,500
	Rosita	1,225	7,500
2010	Bonanzas	1,420	5,500
2011	Wiwili	1,278	8,620
2012	El Ayote	632	1,807

*Fuente: Departamento Técnico DOSA*

En el mes de julio del año 2019, entraron en servicio las dos primeras plantas solares en la Dirección de Sistemas Aislados una de 2.1 MWp en la Isla de Corn Island y una de 300 kWp en San Juan de Nicaragua, esta instalación comenzó con el cambio de matriz energética de los sistemas aislados ya que antes el 100% de la energía se producida a base de diésel, con estas nuevas fuente de energía se produce el 60% de la energía demandada con energía solar en Corn Island y un 30% de ahorro de diésel en San Juan de Nicaragua ya que por no contar con capacidad de baterías para almacenar el 100% de la demanda de ambos sistemas, funciona de manera híbrida (paneles solares (2.1 MWp y plantas de diésel). La Tabla 4 presenta los sitios con las primeras plantas solares de DOSA.



**Tabla 4 Plantas Solares**

Sitio	Potencia Solar	Potencia Diesel	Potencia en Bateria
Corn Island	2.1Mwp	1.8 Mw	2.0Mw
San Juan Nicaragua	0.3Mwp	0.200Mw	0

*Fuente: DOSA*

### 8.1. PROYECTOS EMBLEMÁTICOS

Dentro de los proyectos emblemáticos desarrollados en los sistemas aislados en los últimos cinco años se encuentran la construcción de las plantas solares que se presentan en la Tabla 5.

**Tabla 5 Proyectos emblemáticos de DOSA desarrollados en los últimos 5 años**

Ítem	Localidad	Potencia Generada	Año
1	Corn Island	2.1 MWp	2019
2	San Juan de Nicaragua	300 kW	2020
3	Little Corn Island	300 kW	2020
4	Karawala	300 kW	2020
5	El Ayote	600 kW	2020

*Fuente: Departamento Técnico DOSA*

La Tabla 6 presenta los futuros proyectos programados a ejecutarse dentro del área de DOSA para los años fuera del periodo evaluado.

**Tabla 6 Proyectos a ejecutarse dentro del área de DOSA para los próximos años**

Ítem	Localidad	Tipo de Planta	Potencia Inst.
1	Siuna-Rosita-Bilwi	Línea de Transmisión	208 km a 138 kV
2	Puerto Cabezas	Solar	4.0 MWp
3	El Tortuguero	Solar	4.0 MWp

*Fuente: Departamento Técnico DOSA*

La entrada en operaciones de la Línea de Transmisión Eléctrica Siuna-Rosita-Bilwi en 138 kV; que comprende 208 km de red desde la Subestación Siuna hasta la nueva Subestación Bilwi, con lo cual se une por primera vez en la historia de nuestro país el Caribe Norte al Interconectado Eléctrico Nacional.

El proyecto contempló la construcción de 2 nuevas subestaciones (Rosita y Bilwi), ampliación de las Subestaciones Mulukukú y Siuna, e instalación de 70 km de fibra óptica.

Como obra complementaria se realizó la construcción de red de distribución de 166.5 km para atender al municipio de Waspán Bilwi y Waspán desde mediados de los años 80, recibían el suministro eléctrico por medio de Sistemas Aislados a base de combustible: Búnker (Bilwi) y Diésel (Waspán), que representan altos costos. Y en Rosita, recibían el servicio por pocas horas del día.

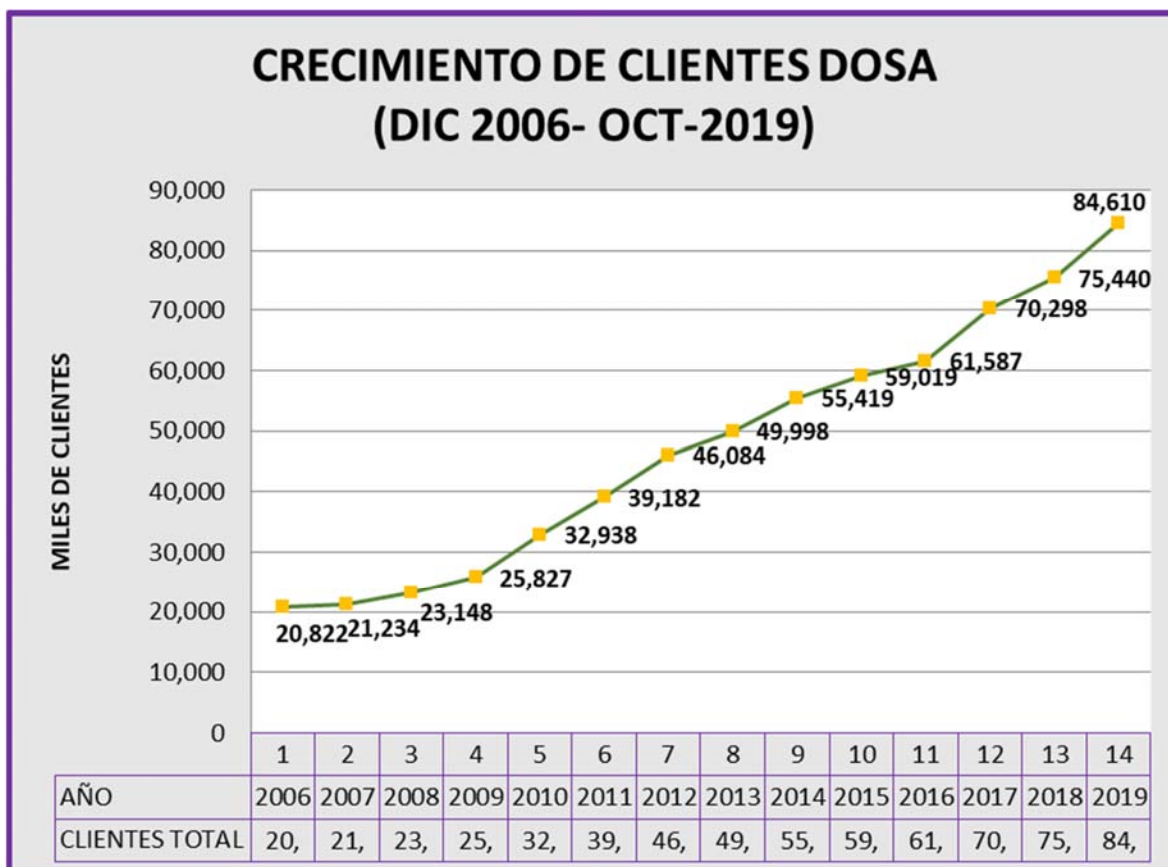
Cabe señalar que la Línea de transmisión Siuna-Rosita-Bilwi en 138kV 208km tuvo un costo de U\$ 31 487 millones dólares y fue puesta en servicios para el mes de noviembre de 2021.

### **Importancia de los Sistemas Aislados para las Comunidades Fuera de la Red de Distribución Nacional**

El rol que han tenido los sistemas aislados en el desarrollo de las zonas aisladas ha sido fundamental para las comunidades fuera del área concesionada a UNIÓN FENOSA (pacífico) ya que solamente bajo la administración del gobierno se podía desarrollar la energía eléctrica y generar con altos costos en comunidades que económicamente no son rentables, si no apostando a llevar el beneficio a las personas de menores ingresos y darles condiciones para su desarrollo económico y social.

La DOSA ha sido el brazo del gobierno con el que ha impulsado desde el año 2008 el desarrollo de la electrificación rural, para llevar el beneficio de la energía eléctrica todos los pobladores de la costa caribe y aquellos que están fuera del área de concesión.

Con los proyectos Solares desarrollados se logró la disminución en un 30% de la tarifa eléctrica a los clientes con consumo menores de Corn Island, por eso la presencia de DOSA en la costa caribe ha sido en gran parte soporte del desarrollo de las áreas no concesionadas.



**Gráfico 1 Clientes DOSA**

*Fuente: Estadísticas DOSA 2006-2019*

Como puede deducirse, tanto de las tablas presentadas anteriormente como del Gráfico 1, el crecimiento de la clientela de DOSA, se ha cuadruplicado en los últimos 14 años. Lo anterior no es de extrañar, ya que la inversión realizada por el Gobierno Central ha permitido que sitios que antes estaban fuera de la red, actualmente se conecten a la misma. También es de hacer notar que la diversificación de las fuentes de generación que ahora incluyen fuentes renovables, ha incentivado y cambiado la realidad de las comunidades allá donde ha llegado, como es el caso de la Isla del Maíz, que pasó de tener un Generador único que brindaba el servicio de 7 de la mañana a 8 de la noche, y con una potencia limitada, a tener ahora dos modernas centrales de energía solar, que abastecen la demanda local.



Al ser un destino turístico reconocido, la aparición de estas plantas, ha incentivado e incrementado la actividad turística en la isla, ya que no dependen de un generador a base de combustibles fósiles, sino que la energía producida es limpia y libre de contaminación.

Como un beneficio adicional, ya no se tendrá que comprar el combustible de ese generador ni de ninguno de los otros generadores que se mencionan en la Tabla 72 lo que significa un ahorro en ese rubro, a la vez que mantienen e incrementan la cantidad de los clientes del servicio.

**Tabla 7 Costo de combustible usado por los sistemas aislados**

<b>AÑO</b>	<b>DIESEL</b>	<b>PRECIO PROM</b>	<b>CONSUMO GLNS</b>	<b>TOTAL C\$</b>
2009	817.90	68.16	809,369.13	55,165,453.29
2010	1,061.28	88.44	675,557.04	59,746,061.95
2011	1,473.06	122.76	750,025.09	92,069,629.93
2012	1,512.25	126.02	718,954.87	90,603,034.22
<b>2009-2012</b>	<b>4,864.49</b>	<b>405.37</b>	<b>2,953,906.13</b>	<b>297,584,179.40</b>
2013	1,461.03	121.75	711,438.22	86,619,642.74
2014	1,335.99	111.33	729,858.38	81,256,818.20
2015	765.06	63.76	721,578.46	46,004,403.09
2016	612.36	51.03	690,191.64	35,220,416.12
2017	761.41	63.45	724,662.43	45,980,272.02
2018	989.61	82.47	733,469.28	60,487,084.46
<b>2013-2018</b>	<b>5,925.46</b>	<b>493.79</b>	<b>4,311,198.41</b>	<b>355,568,636.63</b>
2019	918.28	76.52	553,801.68	42,378,787.48
2020	563.07	46.92	376,685.20	17,675,074.08
<b>2019-2021</b>	<b>2,230.03</b>	<b>123.45</b>	<b>930,486.88</b>	<b>60,053,861.56</b>
<b>TOTAL</b>	<b>13,019.98</b>	<b>1,022.61</b>	<b>8,195,591.42</b>	<b>713,206,677.59</b>

*Fuente: Elaboración propia*

En la presente tabla, podemos observar que los combustibles desde que empezó a ser relevante la inclusión de los Sistemas Aislados en la Matriz Energética, el Costo del Diésel (Usado en los Generadores), comenzó con una etapa de crecimiento la que se detuvo bruscamente en el año 2012.

Esto ocurre debido a que en 2012 buena parte de los Sistemas Aislados Existentes pasaron a ser parte de nuestra red Eléctrica nacional.

Siguiendo con el comportamiento de la compra de combustible, este sigue decreciendo hasta en el 2017 que hubo una fuerte alza en los combustibles y también por los acontecimientos de orden socio político del país, en el 2018 volvió a crecer.

Luego en el 2019 sigue decreciendo hasta el 2020. Que es cuando se comienzan a estrenar los Proyectos Híbridos que son tanto de Energía Solar como Energía Térmica proveniente de Generadores, que harían parte en el 2021.

Es de hacer notar que del año 2013 al 2018, se gastó casi la misma cantidad de dinero en compra de combustible (y aun un poco menos) que la que se gastó en el periodo 2009-2012, que como ya se mencionó antes, es cuando dejan las plantas de ser aisladas y forman parte de la Red Eléctrica Nacional.

Como se ve en la Tabla 7 la tendencia sigue siendo a gastar menos, tal como se refleja en el gasto del 2019 y 2020. Esto nos quiere decir que, al irse reduciendo la cantidad de dinero en compra para combustible, se va aumentando la cantidad de clientes, pues ese dinero va siendo utilizado para la instalación de Sistemas Híbridos (térmica y solar), lo que viene a beneficiar a miles de familias desde el 2013 hasta el 2020, y tal como se ha presentado en gráficas anteriores, el número de clientes es considerable.

Dentro de esta consideración, no hay que perder de vista que lo más importante, siempre seguirá siendo, el mejoramiento de la calidad de vida de los nicaragüenses que no contaban con el servicio de energía eléctrica y que gracias a los sistemas aislados se pudo hacer posible.

## **8.2. Caracterización de la Región Autónoma Costa Caribe Norte (RACCN), Región Autónoma Costa Caribe Sur (RACCS) y Departamento de Jinotega**

La caracterización socio - económica de RACCN, RACCS y Jinotega que se presenta es un acercamiento sobre la realidad que viven los municipios y sus comunidades. De manera general, se quiere mostrar la vida de la población y su relación con las instituciones, el entorno regional natural, la demografía y los elementos socioeconómicos que operativizan, el accionar comunal y regional.

El entorno regional natural es otro de los puntos que describe la caracterización, con enfoque en los recursos de flora, fauna, suelo y agua. También presenta sus principales problemas, potencialidades y disponibilidad de los recursos naturales como fuente de materia prima que promueva la integración económica plena de la región al país.

Se presenta una descripción amplia de los servicios que ofertan las municipalidades a la población local y urbana, donde claramente se observa que la mayoría de estos servicios son deficientes y los esfuerzos de expansión y de mejoras están más dirigidos hacia los centros urbanos, relegando en segundo orden el área rural.

El valor de este documento se enmarca en la información recopilada y actualizada que servirá de base para la formulación de estrategias y programas de trabajo orientados a la recuperación social y ambiental de las zonas afectadas y no afectadas por el huracán Félix. De igual manera, al Estado de Nicaragua, le servirá para hacer nuevas inversiones para reactivar y despegar el engranaje productivo a nivel de las comunidades en las actividades agrícolas, pecuarias y forestales en la región.

### **8.2.1. Perfil general de la RACCN**

La Región Autónoma de la Costa Caribe Norte (RACCN) fue creada en 1987, con la aprobación de la Ley N° 28. Los primeros gobiernos regionales fueron elegidos en 1990. Posterior a esta fecha se rigen por la Ley N° 28 —Estatuto de Autonomía de las dos

regiones de la Costa Atlántica de Nicaragua y su reglamento a la Ley N° 28 según decreto N° 3584, Gaceta 186 del 02 de octubre de 2003.

El estatus jurídico de autonomía del que gozan los habitantes de la Costa Caribe es la culminación de un largo proceso de búsqueda de paz, unidad nacional y reconciliación entre las familias y comunidades costeñas, por medio del cual se puso fin a un intenso período marcado por conflictos armados, enfrentamientos políticos y desencuentros históricos por más de un siglo, posterior a la anexión a Nicaragua. La Ley N° 445, —Ley de demarcación territorial de los Ríos Coco, Bocay, indio y Maíz, surge para llenar el vacío en el tema de la propiedad en las Regiones Autónomas de la Costa Caribe Nicaragüense.

Por esta razón se propuso esta Ley que tuvo como base el reclamo territorial de la comunidad indígena Mayagna de Awastingni ante la Corte Interamericana de Derechos Humanos. Los alcances de esta Ley han trascendido de las regiones autónomas hacia otros países.

Sin embargo, la aplicación de la misma ha sido el dilema para los gobiernos de turno. Por otra parte, la histórica exclusión económica, política y social que ha sufrido la población indígena y afro-descendientes asentados principalmente en las riberas de los grandes ríos, lagunas y litoral caribeño, es actualmente compartida por campesinos pobres del centro del país, que por su pobreza y marginación están siendo obligados a avanzar hacia el este y actuar sobre los recursos boscosos e hídricos de la zona del Caribe, cambiando dramáticamente la composición demográfica y el entorno ambiental de la región.

A pesar del Estatuto de Autonomía, el territorio de la Costa Atlántica ha estado sometido a un aislamiento respecto al resto del país, debido a un rezago histórico que hoy se manifiesta en la falta de inversiones sociales y productivas, en la ausencia de infraestructura de transporte, desarticulación de la estructura productiva regional, inseguridad ciudadana, limitada cobertura de servicios básicos y un marco institucional todavía débil.

La Costa Caribe con su diversidad étnica y profunda riqueza cultural ocupa aproximadamente el 46% del territorio nacional. Aún en las condiciones de histórica marginación, representa para el país el 35% del hato ganadero, 23% del total del área agrícola, más del 80% del área forestal, 70% de la producción pesquera, 60% de los recursos mineros y 45 mil km<sup>2</sup> con un alto potencial de explotación de hidrocarburos y costas con potencial para el turismo.

Esta indudable combinación de riquezas naturales, humanas, historia, diversidad cultural y posición geográfica deberían asegurar condiciones de vida dignas a la población caribeña y hacer sustantivos aportes sociales, económicos y políticos al resto del país.

Esto no ha sido posible, por diversas razones y el ansiado despegue económico aún está en espera. Su población original la constituyen pueblos indígenas y comunidades étnicas y afro descendiente, situadas en territorios con un fuerte sentido de pertenencia de sus tierras comunales que habitan en los litorales y zonas interiores de alta vulnerabilidad ecológica y ambiental.

La población estimada de la Región Autónoma Costa Caribe Norte, es de 530,586 habitantes (INIDE 2020), donde el 34.3% de la población total se asienta en las zonas urbanas, mientras que el 65.7 % se ubica en las zonas rurales.

### **8.2.2. Perfil General de la RACCS**

La Región Autónoma de la Costa Caribe Sur (RACCS) fue creada en 1987, con la aprobación de la Ley N° 28. Los primeros gobiernos regionales fueron elegidos en 1990.

Es una región autónoma de Nicaragua. Es la tercera entidad subnacional más grande de Centroamérica después del departamento de Petén en Guatemala y la Región autónoma de la Costa Caribe Norte. Su cabecera regional autónoma es Bluefields. El municipio más poblado es Nueva Guinea.

Posee una extensión territorial de 27 260 km<sup>2</sup>. Con una población de alrededor de 414 mil habitantes según las últimas estimaciones, la región es la séptima más poblada de Nicaragua después de los departamentos de Managua, Matagalpa, Costa Caribe Norte, Jinotega, Chinandega y León.

Costa Caribe Sur tiene una población actual de 414 543 habitantes. De la población total, el 50% son hombres y el 50% son mujeres. Casi el 44.4% de la población vive en la zona urbana.

Su población pluricultural y multilingüe, es descendiente de pueblos indígenas, inmigrantes afrocaribeños constituyéndola principalmente mestizos (81%), creoles (8.5%) misquitos (6.5%), mayagnas (2%), garífunas (1.5%) y ramas (0.5%).

La Costa Caribe Sur se caracteriza por ser la más húmeda; aquí la cantidad anual de precipitación se encuentra en el rango de los 2500 mm en su parte Norte, hasta más de 5000 mm en el extremo Sureste. Las cantidades máximas de precipitación, se registran en los meses de julio y agosto y las mínimas entre marzo y abril.

### **8.2.3. Perfil General del Centro**

La zona está caracterizada como subtropical de montaña de acuerdo a la clasificación de Koppen, determinado por la presencia de altitudes mayores a los 1000 msnm. El registro de estos parámetros climáticos es de 12 años de 1990 a 2002, proporcionado por la estación de Jinotega. Se localizan tres zonas agro ecológicas: zona seca, zona intermedia y zona húmeda.

Asimismo, estas zonas poseen tres tipos de bosques: bosques medianos a altos perennifolios de zonas frescas y húmedas; bosques medianos a altos perennifolios de zonas muy frías y húmedas; y bosques medianos a altos perennifolios de zonas muy frías y muy húmedas (neblí selva de altura), respectivamente

Los límites son: Municipio de Wiwilli y La república de Honduras al norte, al sur por el municipio de Waslala, Rancho Grande y Jinotega, al este por el municipio de Waspam, Bonanza, Siuna y Waslala, al oeste con el municipio de Santa María de

#### **8.2.4. Principales problemas encontrados en las tres regiones analizadas**

##### **Salud**

- Falta de recursos económicos.
- Falta de un Banco de Sangre.
- Desabastecimiento médico y de material de reposición
- Frecuentes cortes de energía, lo cual dificulta la realización de cirugías Especialista de diversas disciplinas en medicina en el hospital regional.

##### **Educación**

- La infraestructura necesita mantenimiento, en algunas comunidades faltan materiales didácticos y mobiliarios.
- Hay demasiados maestros empíricos en la zona rural.

##### **Medio Ambiente**

- Destrucción de bosque, sequías y contaminación eólica por incendios forestales (provocados por accidente en preparación de siembras, mano criminal, etc.)
- En el caso de Bilwi, la contaminación sónica (actividad de aeropuerto en barrios Aeropuerto, San Judas y El Cocal, y de la planta térmica de ENEL en los barrios Libertad, Sandino y Peter Ferrera)
- Degradación del suelo urbano y destrucción de calles y drenajes (inundaciones por tormentas, huracanes, crecidas).
- Bosques afectados por el huracán Félix.

- Contaminación ambiental por desechos sólidos y líquidos de las empresas acopiadoras de mariscos, la contaminación provocada en el proceso de la güirisería artesanal e industrial. Inadecuada red de distribución de agua.

### **Producción**

- Baja producción agropecuaria
- Ausencia de políticas crediticias hacia el sector productivo.
- Carencia de políticas de Mercado.

### **Infraestructura**

- Crecimiento acelerado y desorden poblacional en el área urbana
- Redes de distribución de agua potable obsoletas
- Inadecuadas redes de drenajes en el área urbana para aguas residuales y Pluviales.
- Alta producción de desechos sólidos en Bilwi
- Calles sin iluminación
- Calles sin andenes
- Inexistencia de áreas verdes en las áreas de expansión urbana.

### **Otros problemas sociales**

- Inseguridad ciudadana: Por insuficiente presencia del Estado, violencia
- Inseguridad laboral: Deficientes condiciones laborales y accidentabilidad en poblaciones de buzos miskitos.
- Punto de tráfico de drogas, el consumo de drogas ha penetrado en las comunidades indígenas y comunidades campesinas mestizas.



### **CAPÍTULO III: TIPOS DE SISTEMAS AISLADOS Y SU INCIDENCIA EN EL DESARROLLO ENERGÉTICO DEL PAÍS**

Nicaragua es un país con un gran potencial en cuanto a recursos naturales, muchos de los cuales no se aprovechan en su pleno potencial. Según la Guía del Inversionista del sector eléctrico en Nicaragua (MEM, 2010), se cuenta con un potencial para generación de energía eléctrica superior a los 5,000 MW distribuidos en recursos geotérmicos, hídricos, eólicos y bioenergéticas (excluyendo el potencial solar).

El potencial hidráulico se encuentra distribuido en forma irregular, la vertiente del Atlántico cuenta con el 94% donde las cuencas con mayores capacidades son: río Grande de Matagalpa, río Coco, río San Juan y río Escondido; en cambio la vertiente del Pacífico es en la que se encuentra la mayor parte de la población, cuenta con el 6%.

En cambio, El potencial geotérmico, está ligado al contexto geológico regional relacionado a la zona de subducción formada por la Placa de Cocos y Caribe originando la cordillera volcánica Los Maribios, la cual se extiende por la costa del Pacífico y es compuesta por 7 volcanes activos.

Los estudios geo científicos se remontan desde 1950 y se extienden hasta el 2001, cuyos resultados han sido consolidados en el Plan Maestro de Recursos Geotérmicos, definen un potencial ponderado de 1,518 MW.

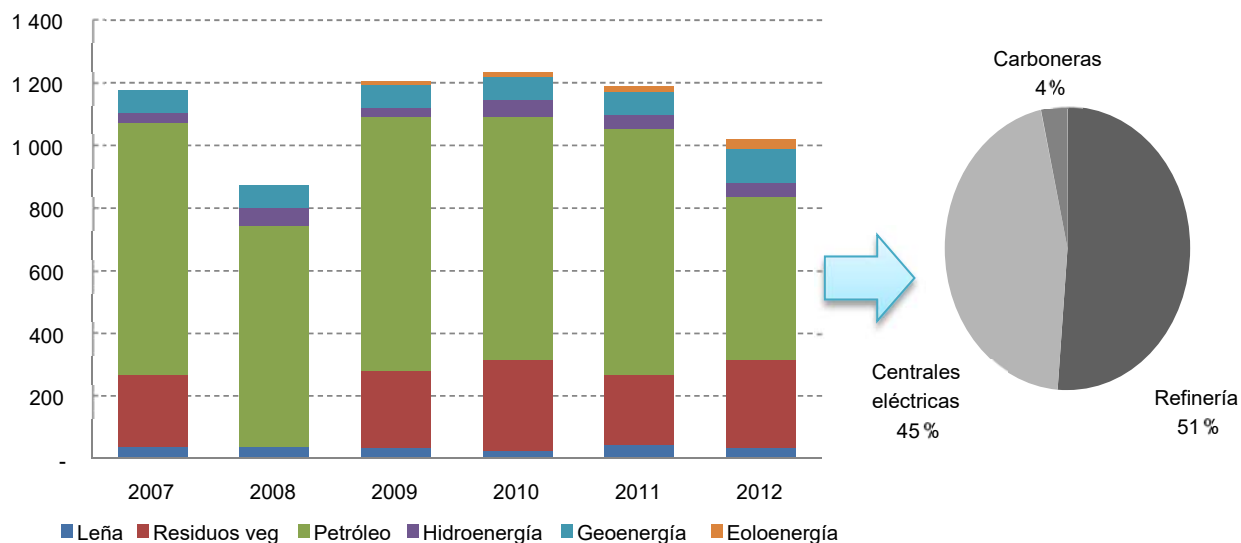
Por su posición geográfica Nicaragua dispone en algunas zonas de buena captación del recurso eólico. De acuerdo a los resultados del proyecto "Solar and Wind Energy Assesment, 2006" se estima un potencial aproximado de 22,000 MW, sin embargo, este se reduce debido a las restricciones de infraestructura existente y disponibilidad de terreno lo que impide el aprovechamiento hasta de 800 MW.

Referente al potencial de biomasa, los desechos y productos secundarios de la producción agrícola y forestal son fuentes de combustibles potenciales y actualmente se están aprovechando tales desechos en Cuatro Ingenios azucareros: Ingenio Monterrosa, CASUR, Montelimar y Ingenio San Antonio los que suministran aproximadamente 30 MW cada uno al sistema interconectado, a partir de la combustión de bagazo y del eucalipto cosechado para la producción de vapor y generación de electricidad.

Tal como ha sido mencionado en acápite anteriores, los centros de transformación existentes en Nicaragua son los siguientes: Centrales Hidroeléctricas, Centrales Termoeléctricas, Auto Productores, Refinería y Carboneras.

Los mayores consumos energéticos de los Centros de Transformación se han originado por el consumo de petróleo crudo por parte de la Refinería y el Consumo de Energéticos Primarios para la Generación de Electricidad tanto en Centrales Eléctricas como de Auto Productores.

Los centros de transformación reciben energía para su proceso ya sea de fuentes primarias como secundarias. La energía primaria promedio enviada a los centros de transformación en el período 2007-2012, osciló a 1,154.53 TEP de las cuales corresponde a 64% petróleo crudo, 22% residuos vegetales, 7% geo energía, 4% hidroenergía, 3% leña y 1% Eolo-energía. Asimismo, para el año 2012, se reportó que la energía primaria total enviada, 51% fue recibida por la refinería, 45% por centrales eléctricas y 3% por pequeñas carboneras (INE, 2017).

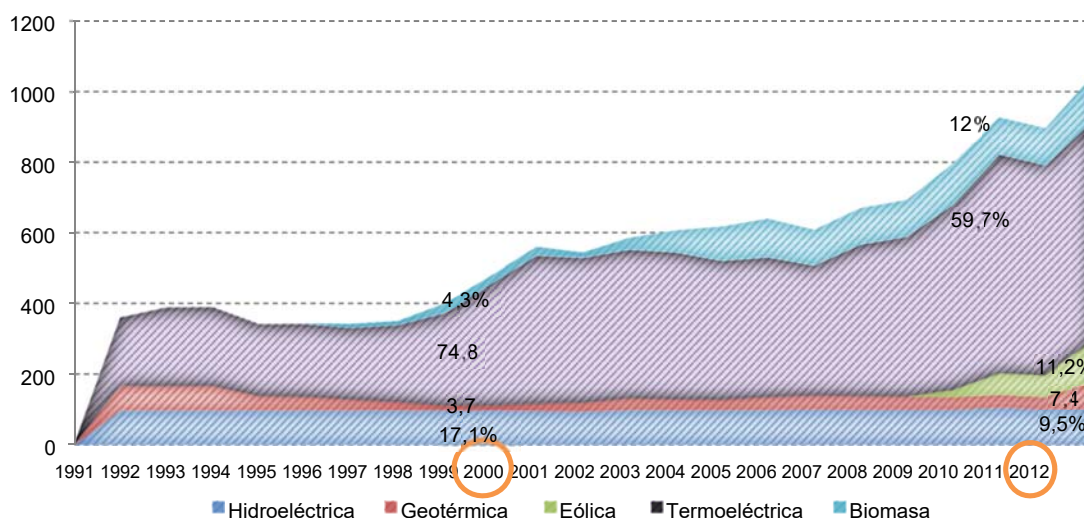


**Gráfico 2 Energía primaria suministrada a centros de transformación**

*Fuente: Balance Energético Nacional, MEM y Estadísticas del INE.*

Se reporta para el año 2012 una disminución de 14% del total de energéticos enviados a los centros de transformación debido a un menor volumen de petróleo crudo utilizado para refinamiento. Referente a la energía secundaria promedio, enviada a los centros de transformación en el período 2007-2012, osciló a 526.6 TEP de las cuales corresponde 96% de Fuel Oil y 4% a Diésel Oil, donde se consideran los combustibles utilizados en centrales térmicas para la generación de energía eléctrica (INE, 2017).

Según el Gráfico 3, la capacidad instalada efectiva por tipo de fuente, se ha incrementado considerablemente ya sea por la reducción de la producción termoeléctrica en contraste del incremento de la producción generada por fuentes biomasa, eólica y geotérmica. Capacidad Instalada Efectiva por tipo de Fuente.



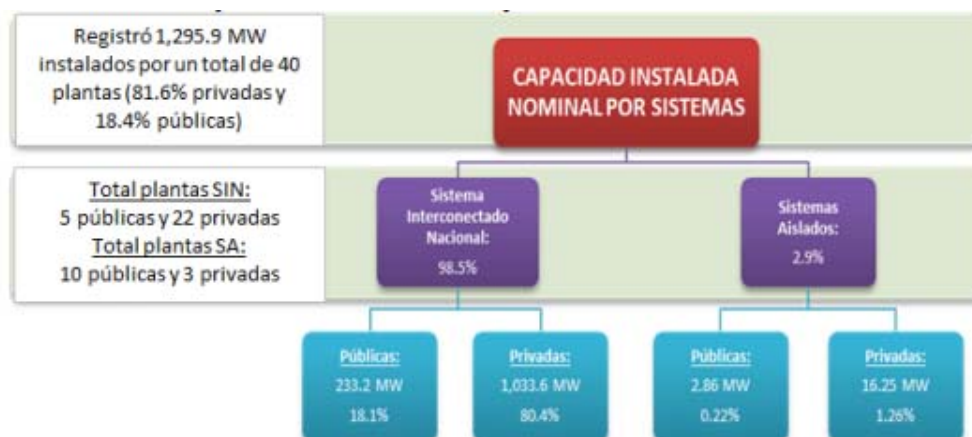
**Gráfico 3 Capacidad instalada por año**

Fuente: Estadísticas, INE. Datos suministrados por cada Empresa.

En el año 2008 se instalaron 60 MW a base de búnker. Por consiguiente, la capacidad nominal de 2012, aumentó en 177.6 MW respecto al 2011 (1,108.3 MW) con un crecimiento de 16.0% debido principalmente a la instalación adicional en el SIN por la entrada en operación comercial de: i) 77 MW de la planta geotérmica San Jacinto Tizate I y II de la empresa Polaris Energy Nicaragua S.A.

La primera fase de 38.5 MW fue instalada en el año 2011 y su operación comercial inició en 2012, la segunda fase de 38.5 MW inició operación comercial en diciembre 2012; ii) 39.6 MW de la planta eólica de la empresa Blue Power & Energy S.A y iii) 43.1 MW de la planta eólica de la empresa Eolo de Nicaragua S.A.

Así mismo el incremento en la capacidad nominal de 20 MW de la planta de biomasa de la empresa Nicaragua Sugar Estates Limited. Por el contrario, la capacidad instalada por sistema se clasifica por Sistema Interconectado Nacional y Sistemas Aislados públicos y privados. Referente al año 2012 se clasificó de la siguiente forma:



**Figura 3 Capacidad Instalada Nominal por Sistemas**

Tal como se evidencia en la figura anterior, para el año 2012 la capacidad instalada de los sistemas aislados era del 1.5% del Total del Sistema Eléctrico de este país, y apenas el 0.22% le correspondía al Estado.

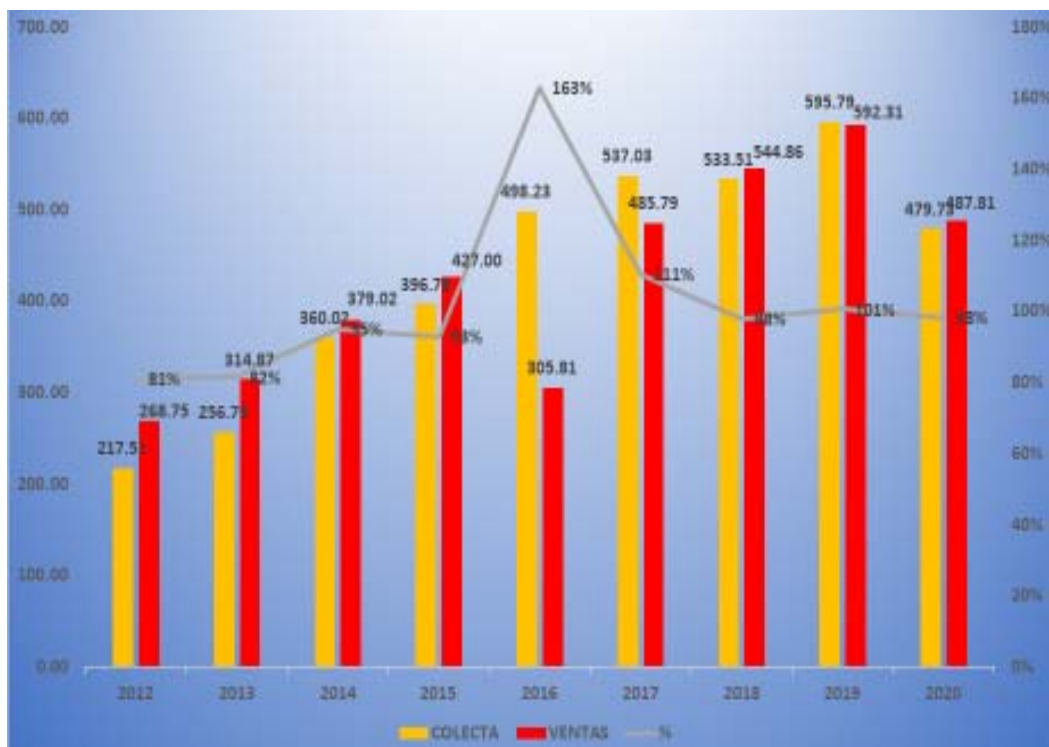
Hay que recordar que, para ese año, ya varias comunidades ya habían dejado de ser sistemas aislados y eran parte de la infraestructura de la red nacional y que ya habían aparecido proyectos geotérmicos nuevos y centrales que usan biomasa para generar energía.

A continuación, se presenta la Tabla 8 de la consolidación de Generación DOSA 2009-2019.

**Tabla 8 Consolidado Generación**

AÑO	GENERACIÓN BRUTA	CONSUMO PROPIO KWH	GENERACIÓN NETA KWH	DEMANDA MINIMA	DEMANDA MAXIMA	CONSUMO DE COMBUSTIBLE GLS	CONSUMO DE LUBRICANTE LTS	RENDIMIENTO KWH/GLS	HORAS TRABAJADAS	CAPACIDAD INSTALADA KW	CAPACIDAD EFECTIVA KW
2009	9,843,077.35	83,114.80	9,763,677.14	13,968.65	26,252.71	809,369.13	8,319.94	12.16	59,194.90	4,870.95	3,955.56
2010	8,693,654.88	168,120.33	8,525,504.55	11,258.98	22,348.15	675,557.04	7,038.62	12.87	53,043.24	3,600.18	2,816.88
2011	8,295,488.99	94,684.13	8,195,666.20	11,147.95	21,932.71	750,025.09	7,438.25	11.06	52,688.01	3,476.50	1,549.80
2012	7,738,570.79	233,660.74	7,505,536.84	10,728.31	22,303.20	718,954.87	7,277.15	10.76	42,727.88	2,863.50	2,290.80
2013	7,745,531.18	62,915.36	7,682,615.82	705.84	1,737.25	711,438.22	9,315.50	66.87	36,997.80	2,830.00	2,264.00
2014	7,540,228.66	64,104.71	7,475,386.34	818.47	1,363.53	729,858.36	10,758.69	703.22	38,012.75	2,898.00	2,340.80
2015	7,959,833.23	26,927.17	7,923,768.69	9,648.57	16,955.86	721,578.46	8,707.11	747.28	37,796.43	2,895.00	2,338.25
2016	8,892,152.75	24,232.10	8,894,151.86	8,703.86	20,156.55	690,191.64	5,101.69	794.66	38,753.80	4,659.50	3,754.60
2017	9,358,026.28	24,943.57	9,415,710.16	7,378.61	22,084.20	724,662.43	4,939.55	794.17	38,582.53	4,659.50	3,754.60
2018	9,857,617.60	14,324.86	9,883,292.74	499.46	2,397.19	733,469.28	4,077.38	26.48	30,707.00	4,119.50	3,295.60
2019	7,340,005.22	11,509.62	7,328,495.60	1,202.46	2,179.31	553,801.68	2,836.03	13.25	28,521.83	4,659.50	3,754.60
<b>Total</b>	<b>93,264,186.92</b>	<b>808,537.38</b>	<b>92,593,805.94</b>	<b>76,061.15</b>	<b>159,710.66</b>	<b>7,818,906.20</b>	<b>75,809.91</b>	<b>11.93</b>	<b>457,026.18</b>	<b>41,532.13</b>	<b>32,115.49</b>

Fuente: Departamento Técnico DOSA



**Gráfico 4 Comportamiento de la colecta 2012-2020**

*Fuente: Departamento Técnico DOSA*

Tal y como se ve en el gráfico, la colecta, era más baja en el año 2012 con respecto a las ventas, situación que se mantuvo pareja hasta el año 2016 donde la colecta se incrementó y las ventas disminuyeron drásticamente. A partir del 2017 y 2018 se dio el proceso de recuperación de las ventas hasta lograr emparejarse en el año 2019 y empezar una tendencia al aumento en el año 2020.

Si tomamos como referencia la Tabla 8 y la comparamos con el Gráfico 4 podremos observar que en el año 2018 el incremento, porque se dio la situación de violencia generalizada en el país y en el año 2016, la venta se cayó producto de que ese año se conectaron más comunidades al sistema interconectado nacional.

En ambos casos, las situaciones mencionadas alteran el panorama tanto de la presentación de datos como de las estadísticas respectivas, pero que a pesar de todo

se puede vislumbrar claramente el crecimiento que el sector de DOSA ha venido teniendo a lo largo de los últimos años.

**Tabla 9 Comparación de Precios**

Sitio	PRECIO MEDIO VENTA (U\$\$/MWh)	GENERACION COMPRA (U\$\$/MWh)	PRECIO MEDIO VENTA U\$\$/Mwh (DISNORTE-DISSUR)	DIFERENCIA (DOSA VS DISNORTE-DISSUR)
Bilwi	136.09	200.36	209.4700	-29.3468
Waspam	298.92	362.49		
Wiwilli	151.00	119.56		
Bluefields	126.74	87.31		
Triangulo Minero	165.60	87.31		
Corn Island	190.35	111.95		
San Juan de Nicaragua	226.82	166.67		
kukrahill	145.48	119.56		
<b>PRECIOS PROMEDIO</b>	<b>180.12</b>	<b>149.07</b>		

Fuente: Departamento Técnico DOSA

En la Tabla 9, se aprecia que el precio promedio de venta de energía de DOSA es de U\$ 180.12 contra U\$ 209.47 de DN-DS. Esto claramente indica que a pesar de no ser todo renovable en DOSA aun así, es mucho más barato para el cliente que si la Distribuidora fuese su agente de suministro de energía.

A esto, obviamente hay que añadirle la cantidad de combustible fósil que se ha dejado de comprar en los últimos años, por el giro que ha tenido DOSA al apostar por las Energías Renovables.

A continuación, se presentará el proyecto más nuevo de DOSA en términos de Energía Renovable y su potencial ahorro.

En la Tabla 10 veremos cómo se ha venido incrementando en el año 2020, la producción de Energía Solar en Corn Island, logrando llegar en el último cuatrimestre del año a casi ser la mitad de la generación, a pesar de que inicio el año siendo tan solo la tercera parte de la oferta.



Aun se cuenta con combustibles fósiles que alimentan el generador que opera en conjunto con las centrales solares en la isla, y como se aprecia en la tabla, el costo de producción de la parte térmica es de más de 3.5 veces en Corn island y más de 2 veces en San Juan del Nicaragua.

**Tabla 10 Comportamiento de Sistemas Renovables**

COMPORTAMIENTO DE LOS SISTEMAS RENOVABLES DE CORN ISLAND Y SAN JUAN DE NICARAGUA										
Indicador	AÑO 2020									
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	TOTAL
Generación Térmica MWH	347.44	292.12	330.10	275.27	289.85	254.88	268.78	282.26	263.41	2,604.12
Generación Renovable MWH	179.03	235.38	273.19	288.23	275.41	246.69	263.38	270.81	274.43	2,306.55
<b>Total Compra Energía MWH</b>	<b>526.47</b>	<b>527.49</b>	<b>603.30</b>	<b>563.51</b>	<b>565.26</b>	<b>501.57</b>	<b>532.16</b>	<b>553.07</b>	<b>537.84</b>	<b>4,910.66</b>
% Energía Térmica	66%	55%	55%	49%	51%	51%	51%	51%	49%	53%
% Energía Renovable	34%	45%	45%	51%	49%	49%	49%	49%	51%	47%
<b>Costo Generación U\$\$/MWH</b>	<b>177.52</b>	<b>146.77</b>	<b>114.54</b>	<b>91.07</b>	<b>92.87</b>	<b>98.63</b>	<b>119.00</b>	<b>120.84</b>	<b>112.69</b>	<b>119.33</b>

SITIO	GENERACION TERMICA U\$\$/MWH	GENERACION HIBRIDA (U\$\$/MWH)
CORN ISLAND	405.32	112.69
SAN JUAN	362.49	176.13

Fuente: Departamento Técnico DOSA

Pliego tarifario antes y después de instalar sistemas híbridos en Corn Island y Rio San Juan.

**Tabla 11 Pliego Tarifario Generación Térmica**

PLIEGO CON GENERACION TERMICA					
Agencia	Código Tarifa	Rango inicial	Rango Final	Costo KWh	
<b>Pliego tarifario Planta térmica</b>					
Corn Island	T0	Doméstica, Exclusivo para uso de casa de habitación urbana y Rural, en little Corn Island	0	15	3.612
			16	500	0.2617
			501	a más	0.2243

**Tabla 12 Pliego Tarifario Generación Híbrida.**

PLIEGO CON GENERACION HIBRIDA					
Agencia	Código Tarifa	Rango inicial	Rango Final	Costo KWh	
<b>Pliego tarifario Generación Híbrida</b>					
Corn Island	T0	Doméstica, Exclusivo para uso de casa de habitación urbana y Rural	0	15	\$ 2.6625
			16	100	\$ 0.1775
			101	500	\$ 0.2272
			501	a más	\$ 0.2243
	T1	General Menor, carga contratada de hasta 25 kw para uso general	0	5000	0.1875
			Todos los KWh exc. A 5000		0.2272
	T3T	Exclusivo para hoteles y centros turísticos	0	5000	0.1875
			Todos los KWh exc. A 5000		0.2272
	T7	Bombeo. Para extracción y bombeo de agua potable para suministro público	0	5000	0.1875
			Todos los KWh exc. A 5000		0.2272
	T8	Alumbrado Público, iluminación de plazas, estadios, cementerios, etc.	0	500	0.1875
			Todos los KWh exc. A 500		0.2272
	T9	Iglesia, exclusivo para templos religiosos	0	500	0.1875
			Todos los KWh exc. A 500		0.2272
	TOIS	Doméstica, Exclusivo para uso de casa de habitación urbana y Rural, en little Corn Island	0	15	3.612
			16	500	0.2617
501			a más	0.2243	

**Tabla 13 Consolidado de Generación 2**

AÑO	GENERACIÓN BRUTA	CONSUMO	GENERACIÓN	DEMANDA	DEMANDA	CONSUMO DE
		PROPIO	NETA	MINIMA	MAXIMA	COMBUSTIBLE
		KWH	KWH			GLS
2007	10,415,953.03	135,412.11	10,280,124.60	15,636.73	31,651.37	885,684.46
2008	14,716,139.90	146,210.61	14,570,263.89	20,077.09	40,706.37	1,195,890.87
2009	9,843,077.35	83,114.80	9,763,677.14	13,968.65	26,252.71	809,369.13
2010	8,693,654.88	168,120.33	8,525,504.55	11,258.98	22,348.15	675,557.04
2011	8,295,488.99	94,684.13	8,195,666.20	11,147.95	21,932.71	750,025.09
2012	7,738,570.79	233,660.74	7,505,536.84	10,728.31	22,303.20	718,954.87
2013	7,745,531.18	62,915.36	7,682,615.82	705.84	1,737.25	711,438.22
2014	7,540,228.66	64,104.71	7,475,386.34	818.47	1,363.53	729,858.36
2015	7,959,833.23	26,927.17	7,923,768.69	9,648.57	16,955.86	721,578.46
2016	8,892,152.75	24,232.10	8,894,151.86	8,703.86	20,156.55	690,191.64
2017	9,358,026.28	24,943.57	9,415,710.16	7,378.61	22,084.20	724,662.43
2018	9,857,617.60	14,324.86	9,883,292.74	499.46	2,397.19	733,469.28
<b>Total</b>	<b>111,056,274.63</b>	<b>1,078,650.48</b>	<b>110,115,698.83</b>	<b>110,572.51</b>	<b>229,889.09</b>	<b>9,346,679.85</b>
2019	7,340,005.22	11,509.62	7,328,495.60	1,202.46	2,179.31	553,801.68
2020	4,610,532.46	92,210.65	4,518,321.81	405.46	1,378.12	376,685.20
<b>Total 2</b>	<b>123,006,812.31</b>	<b>1,182,370.75</b>	<b>121,962,516.24</b>	<b>112,180.43</b>	<b>233,446.52</b>	<b>10,277,166.73</b>

En Tabla 13 tenemos el comportamiento seguido por el Sitio llamado San Juan de Nicaragua donde entraron a funcionar el día 6 de enero del 2020 la planta solar, apagando el generador que suministraba la energía eléctrica en el lugar, donde el costo de generación se ha abaratado por la entrada de este nuevo sistema, pues se le compara con la pura generación térmica.

Claramente se ve el inmenso ahorro que se tiene al haber echado a andar este nuevo sistema de energía solar en esos dos lugares. Cabe mencionar que se dice generación híbrida porque en Corn Island aun funciona el generador que quema combustible fósil,

pero al añadirle las centrales de energía solar, el costo combinado de la generación se cae a casi el 25% de lo que costaría si solo fuese térmica.

En la Tabla 13 tenemos el consolidado de la generación de DOSA, desde el año 2007 donde empezó a ser notorio y significativo su papel en la generación de energía eléctrica en el país.

Es de hacer notar que desde 2007 hasta el 2018 prácticamente se generaron 111,056,274.63, (Todo a base de combustible fósil), contra 11,950,537.68 KWH entre los años 2019 y 2020, lo que indica que la cantidad de generación con combustible fósil, se redujo a un poco más de la Octava parte.

Esto se debe a que en ese par de años la energía solar y el hecho, de que varias comunidades desde el año 2012, empezaron a ser parte de la Red Nacional de Energía. Tomemos pues el año 2012 como el punto de inflexión donde el costo del combustible fósil comienza a ir bajando como consecuencia de lo ya mencionado arriba. Esto significa que más y más usuarios están gozando de energías limpias y los que no, ya son parte de nuestra red nacional.

Obviamente la demanda cae y la necesidad de comprar combustible fósil también. Cuando uno revisa detenidamente la Tabla 13 no deja de notar el inmenso ahorro que significa para el país, el reducirse hasta un poco más de un Octavo, el presupuesto que antes se destinaba a la compra de combustible.

Todo lo anterior, es gracias a la visión del gobierno de la república que a través de DOSA, les provee a los usuarios cada día más energía limpia y renovable.

Matriz energética de Nicaragua:

Debemos recordar que DOSA es parte de ENEL (Empresa Nacional de Electricidad) que actualmente paso a la administración de ENATREL desde fines del 2020, y que históricamente ENEL ha manejado las Energías Renovables del lado Estatal y que su fuerte se ha centrado en 3 cosas: Hidroenergía, Energía Geotérmica y Plantas Térmicas.

Hay que decir que tanto la Biomasa como la Energía Eólica solo se producen en el modelo de empresa privada hasta el día de hoy.

Dicho esto, en la matriz de generación obviamente dentro de las plantas térmicas iría la contribución de los Sistemas Aislados, a una escala menor que las plantas térmicas propiamente dichas.

Como se dijo en la introducción la contribución de los Sistemas Aislados a la matriz energética es de aproximadamente 1.16% que es el promedio de los últimos 9 años, tal como se evidencia en la tabla siguiente:

**Tabla 14 Generación Bruta**

Plantas	Generación Bruta de Energía en Gigavatios								
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Sistema Interconectado Nacional	3973.12	4104.72	4384.88	4530.58	4540.53	4481.86	4603.8	4531.24	3748.33
(S.I.N.)	98.80%	98.70%	98.79%	98.80%	98.79%	98.99%	98.93%	98.88%	98.71%
Empresas Publicas	448.2	450.29	366.05	283.73	387.87	388.15	326.36	156.6	439.18
	11.15%	10.83%	8.24%	6.20%	8.44%	8.57%	7.01%	3.42%	11.56%
ENEL	446.62	450.17	364.62	281.50	385.71	386.07	323.22	154.52	437.17
	10.90%	10.82%	8.21%	6.15%	8.39%	8.52%	6.95%	3.37%	11.51%
GESARSA	1.58	0.12	-	0.01	-	-	-	-	-
	0.25%	0.00%	-	-	-	-	-	-	-
GENERADORA LA TRINIDAD	-	-	1.43	2.22	2.16	2.08	2.14	2.08	2.01
	-	-	0.03%	0.05%	0.05%	0.05%	0.05%	0.50%	0.50%
Empresas Privadas	3524.82	3654.43	4018.83	4246.85	4152.66	4093.71	4278.44	4374.64	3309.15
	87.65%	87.87%	90.55%	92.61%	90.35%	90.42%	91.92%	95.46%	87.15%
HIDROELECTRICA ATDER	3.74	4.18	4.72	4.12	4.12	4.98	4.86	3.68	4.67
	0.08%	0.10%	0.11%	0.90%	0.09%	0.11%	0.10%	0.08%	0.12%
HIDROPANTASMA	-	23.17	50.03	47.57	54.75	68.99	62.30	32.57	58.83
	-	0.56%	1.13%	1.04%	1.19%	1.52%	1.32%	0.71%	1.55%
IHSA	-	-	-	-	20.97	24.57	28.31	18.37	25.80

Plantas	Generación Bruta de Energía en Gigavatios								
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	-	-	-	-	0.46%	0.54%	0.61%	0.40%	0.68%
EL SARDINAL	-	-	-	-	-	-	-	2.15	3.67
	-	-	-	-	-	-	-	0.05%	0.10%
HEMCO DE NICARAGUA-EI Salto Grande	-	-	-	-	-	-	-	12.33	10.59
	-	-	-	-	-	-	-	0.27%	0.28%
HEMCO DE NICARAGUA-. Siempre Viva	-	-	-	-	-	-	-	9.39	10.54
	-	-	-	-	-	-	-	0.20%	0.26%
APRODELBO. Benjamín Linder	-	-	-	-	-	-	-	0.74	0.85
	-	-	-	-	-	-	-	0.02%	0.02%
ENERGIA SOL Y VIENTO. El Wawule	-	-	-	-	-	-	-	0.90	3.87
	-	-	-	-	-	-	-	0.02%	0.10%
(IHCSA). San Martín	-	-	-	-	-	-	-	14.60	26.72
	-	-	-	-	-	-	-	0.32%	0.70%
TICHANA	-	-	-	-	-	1.72	1.79	1.39	0.74
	-	-	-	-	-	0.04%	0.04%	0.03%	0.02%
SOLARIS	-	-	-	-	-	11.83	21.85	22.32	20.85
	-	-	-	-	-	0.26%	0.47%	0.49%	0.55%
EGOMSA	-	-	-	-	-	-	-	-	2.21

Plantas	Generación Bruta de Energía en Gigavatios								
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	-	-	-	-	-	-	-	-	0.06%
ALBANISA	674.95	559.48	774.03	886.06	841.04	556.31	539.23	307.09	92.36
	14.01%	13.45%	17.44%	18.54%	18.31%	12.29%	11.59%	6.70%	2.43%
AGSA	-	-	-	-	-	258.68	410.92	591.31	254.60
	-	-	-	-	-	5.71%	8.83%	12.90%	6.71%
CENSA	228.43	230.09	245.33	269.96	287.82	270.34	126.30	189.38	86.93
	5.52%	5.53%	5.53%	5.89%	6.26%	5.97%	2.71%	4.13%	2.29%
EMPRESA ENERGETICA DE CORINTO	530.74	514.87	493.91	475.63	368.08	381.76	352.79	373.98	278.97
	12.37%	12.38%	11.13%	10.37%	8.01%	8.43%	7.58%	8.16%	7.35%
TIPITAPA POWER	368.72	322.53	326.76	345.16	368.68	336.33	321.56	242.53	140.33
	7.77%	7.76%	7.36%	8.50%	8.02%	7.43%	6.91%	5.29%	3.70%
GEOSA	411.4	277.07	285.37	381.85	384.54	236.69	254.64	336.50	325.41
	8.01%	6.66%	6.43%	7.33%	8.37%	5.23%	5.47%	7.34%	8.57%
MOMOTOMBO POWER	220.16	212.38	188.39	199.885	200.07	214.38	212.29	199.02	209.54
	5.10%	5.11%	4.24%	4.36%	4.35%	4.74%	4.56%	4.34%	5.52%
POLARYS ENERGY	303.16	466.98	473.62	477.89	505.49	536.48	589.10	579.11	557.77
	11.60%	11.23%	10.67%	10.42%	11.00%	11.85%	12.66%	12.64%	14.69%
NICARAGUA SUGAR STATE	225.56	236.94	254.74	226.7	236.52	242.26	256.20	254.45	192.11

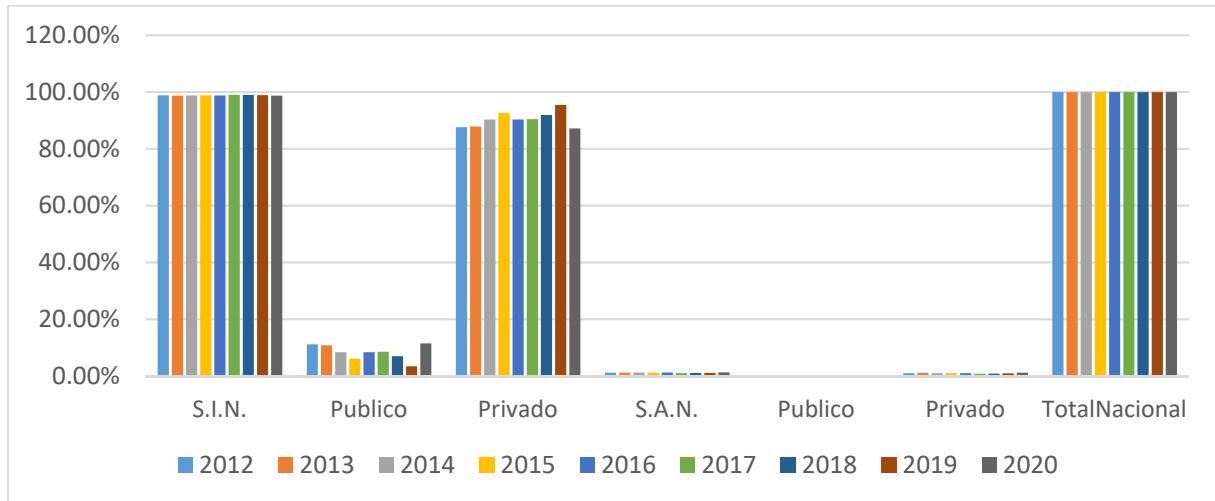


Plantas	Generación Bruta de Energía en Gigavatios								
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	5.70%	5.70%	5.74%	4.97%	5.15%	5.35%	5.51%	5.55%	5.06%
MONTE ROSA	228.41	245.17	236.87	227.97	229.5	265.86	269.08	251.44	231.38
	5.88%	5.90%	5.34%	4.94%	4.99%	5.87%	5.78%	5.49%	6.09%
GREEN POWER	-	-	-	-	67.22	158.29	176.41	205.68	196.83
	-	-	-	-	1.46%	3.50%	3.79%	4.49%	5.18%
EGERSA	-	-	-	-	-	-	-	129.56	112.46
	-	-	-	-	-	-	-	2.83%	2.96%
AMAYO I Y II	264.07	244.07	279.1	274.41	240.93	216.81	278.47	263.12	199.06
	5.86%	5.87%	6.29%	5.98%	5.24%	4.79%	5.98%	5.74%	5.24%
BLUE POWER	44.4	144.09	176.15	193.46	148.74	132.24	168.73	155.72	116.24
	0.75%	3.46%	3.97%	4.22%	3.24%	2.92%	3.63%	3.40%	3.08%
EOLO DE NICARAGUA	21.08	173.41	229.81	236.22	194.19	175.19	203.61	177.31	145.82
	5.00%	4.17%	5.18%	5.15%	4.22%	3.87%	4.38%	3.87%	3.84%
Sistemas Aislados Nacionales	48.44	53.9	53.6	54.63	55.75	45.61	49.61	51.17	48.73
(S.A.N.)	1.20%	1.19%	1.21%	1.19%	1.21%	1.01%	1.07%	1.12%	1.29%
Empresas Publicas ENEL	7.74	7.75	7.54	7.96	8.89	9.36	10.98	7.34	3.49
	0.19%	0.19%	0.17%	0.17%	0.19%	0.21%	0.23%	0.16%	0.10%
WASPAM	2.2	2.22	1.98	1.93	2.48	2.64	2.89	2.96	2.92

Plantas	Generación Bruta de Energía en Gigavatios								
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	0.05%	0.05%	0.04%	0.04%	0.05%	0.06%	0.06%	0.06%	0.08%
ORINOCO, KARAWALA, PUEBLO NUEVO, SAN JUAN, CORN ISLAND	5.54	5.53	5.56	6.03	6.41	6.72	8.09	4.38	0.57
	0.14%	0.14%	0.13%	0.13%	0.14%	0.15%	0.17%	0.10%	0.02%
Empresas Privadas TOTAL	40.7	46.15	46.06	46.67	46.86	36.25	38.63	43.83	45.24
	1.01%	1.10%	1.04%	1.02%	1.02%	0.80%	0.83%	0.96%	1.19%
PCP	33.2	36.24	35.73	35.51	36.93	36.25	38.63	43.83	45.24
	0.77%	0.83%	0.81%	0.77%	0.80%	0.80%	0.83%	0.96%	1.19%
TICHANA POWER	1.2	1.48	1.46	1.49	1.53	-	-	-	-
	0.03%	0.03%	0.03%	0.03%	0.03%	-	-	-	-
EMPRESA GENERADORA OMETEPE S.A	6.3	8.43	8.87	9.67	8.4	-	-	-	-
	0.21%	0.21%	0.20%	0.21%	0.18%	-	-	-	-
<b>Total Nacional</b>	<b>4021.46</b>	<b>4158.62</b>	<b>4438.48</b>	<b>4585.21</b>	<b>4596.28</b>	<b>4527.47</b>	<b>4653.41</b>	<b>4582.41</b>	<b>3797.06</b>

Fuente: Propia con datos de los Anuarios Estadísticos de Energía del 2012-2020 MEM

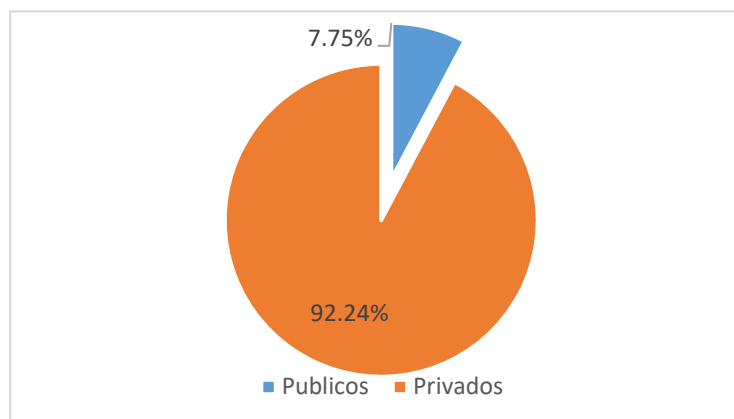
Si la información de la Tabla 14 es trasladada a un gráfico de barras, nos damos cuenta que los Sistemas Aislados apenas y se notan, tal como se ve a continuación:



**Gráfico 5 Generación Bruta de energía en Gigavatios**

*Fuente: Propia con datos de los Anuarios Estadísticos de Energía del 2012-2020 MEM*

Para ilustrar mejor la contribución de los Sistemas Aislados se hizo este gráfico de pastel basados en Tabla 14 también, pero solo del año 2020 y únicamente los sistemas aislados como tal.



**Gráfico 6 Sistemas Aislados públicos – Privados del año 2020**

*Fuente: Propia con datos de los Anuarios Estadísticos de Energía del 2012-2020 MEM.*

En la elaboración del gráfico anterior se asumió como 100% el 1.29% de la Totalidad de los sistemas aislados y el 1.19% de la parte privada se convirtió en 92,24% y el 0.1% de la parte publica en 7.75%.

## **9. INVERSIÓN EN SISTEMAS AISLADOS**

### **9.1. Introducción**

En el siguiente capítulo, se dará una muestra de cómo la Empresa encargada de los Sistemas Aislados (En este caso ENATREL-DOSA), contrata a terceros para poder ejecutar la parte de los proyectos que ellos detallan en sus TDR (Términos de Referencia).

En este caso, esta todo lo concerniente a la obra, al tipo de obra, a la ubicación, los componentes, la calidad de los materiales, la seguridad involucrada en la ejecución y todos los pormenores relativos a la obra física en sí.

También se detallan los costos, así como la duración del proyecto, la sustentación legal y las garantías necesarias para que el proyecto se ejecute.

No se puede conseguir lo oficial porque esto se considera material clasificado por lo que toda la información recabada carece de firmas y de membretes de los directamente involucrados. Sin embargo, toda la información es de una de las últimas inversiones y su proceso, en lo relativo a los requerimientos para el proyecto de instalar energía solar en los puntos mencionados.

En algunos casos se darán cifras globales, pues no se pudo tener acceso al detalle, por ser la parte económica la parte más difícil de conseguir.

Sin embargo, lo abajo expuesto es suficiente para que cualquier persona o entidad interesada en llevar a cabo un proyecto semejante puede contar con los elementos necesarios para que su oferta de servicios sea considerada.

No omito manifestar que todo lo expuesto, es resultado de la última contratación llevada a cabo por ENATREL DOSA para modernizar sus Sistemas Aislados en la zona Norte y Caribe de Nicaragua donde se está llevando a cabo este proyecto.

La fase final, es la Hibridación de lo que antes, era puro combustible fósil (Diésel). Con esta modernización se permitirá ampliar tanto la producción de Energía como la Cantidad de Usuarios que gozaran del beneficio de la misma gracias a la Inversión del gobierno central.

## **9.2. Antecedentes**

La Dirección Operativa de Sistemas Aislados (DOSA), es responsable de distribuir energía eléctrica a más de 75,442 clientes de las Regiones de la Costra Caribe Norte y Sur, para esta misión cuenta con sistemas de generación propia para la distribución eléctrica en todas las áreas no concesionadas del país.

Donde se genera energía eléctrica con motores de combustión interna a base de Diésel, a los cuales se les debe de realizar un continuo mantenimiento preventivo y correctivo durante su vida útil de operación.

Se tiene el propósito de realizar la contratación de servicio y obras por instalación de Paneles Solares, con el propósito de generar energía eléctrica limpia, fomentar el respeto, equilibrio y sostenibilidad de los recursos naturales y para asegurar la incorporación oportuna y efectiva de la evaluación Ambiental.

## **9.3. Situación Actual**

Debido al incremento de clientes y para cumplir con el suministro de energía eléctrica a las zonas no concesionadas, la DOSA cuenta con sistemas aislados a base de diésel, lo que conlleva a una serie de problemas de contaminación, así como el costo de

mantenimiento y atención continua por ser equipos de generación a base de motores de combustión.

Por lo antes mencionado ha generado que ENATREL - DOSA debe realizar la construcción de plantas solares que generen energía eléctrica en las comunidades de:

- Little Corn Island
- Karawala
- Tasbapounie
- El Ayote

#### **9.4. Objetivo**

Contratar el servicio y obras por instalación de Paneles Solares, en el presente documento se detallan las especificaciones técnicas que deben de cumplir los Sistemas Fotovoltaicos para su uso en las ubicaciones determinadas por Dirección de Operación de los sistemas Aislados (DOSAs) y que contemplan los requisitos de seguridad en la instalación, pruebas de funcionamiento del sistema, garantía al usuario y el cumplimiento con las especificaciones aplicables a este tipo de instalación.

#### **9.5. Descripción**

El Proyecto consiste en la instalación de Paneles Solares, con el propósito de generar energía eléctrica limpia, fomentar el respeto, equilibrio y sostenibilidad de los recursos naturales y para asegurar la incorporación oportuna y efectiva de la evaluación Ambiental.

#### **9.6. Ubicación del Proyecto**

Las instalaciones se ubicarán en las siguientes parcelas con coordenadas:

Karawala: Latitud 12° 56'51.10" N Longitud 83° 34' 33.07" W

Tabaspounie: Latitud 12°40'45.63"N Longitud 83°32'41.45"O

El Ayote: Latitud 12°31'47.13"N Longitud 84°46'27.24"O

Little Corn Island: Latitude 12° 17' 38.51" N Longitude 82° 59' 06.56" O

## **9.7. Requisitos a Cumplir**

### **9.7.1. Seguridad**

Todas las instalaciones de sistemas fotovoltaicos deben de cumplir con las especificaciones de seguridad sobre la instalación que se indican en el presente documento.

### **9.7.2. Certificación de componentes**

Todos los componentes del Sistema Fotovoltaico deben cumplir en primera instancia con las Normas Internacionales aplicables.

### **9.7.3. Referencias**

Para la correcta aplicación de esta especificación deben consultarse las siguientes normas o especificaciones vigentes.

CÓDIGO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE NICARAGUA (C.I.E.N) Instalaciones Eléctricas (utilización), especialmente el Art. 690.

ARTICULO 690 C.I.E.N, sistemas Solares Fotovoltaicos

Normas IEC 61215, IEC 61646, IEC 61730-2 e IEC 61853-1.

Norma IEEE

### **9.8. Alcance del Servicio**

Los alcances del Proyecto consisten en suministrar e instalar sistemas fotovoltaicos de generación eléctrica conectados a red o hibridación con grupos electrógenos

### **9.9. Plazo de Ejecución**

El plazo para la entrega del suministro y servicio será de cuatro (04) meses, que iniciarán a partir de la firma de contrato.

### **9.10. Monedas de la Oferta**

Los Precios Unitarios y precios globales deberán ser cotizados en moneda dólar de los Estados Unidos de América.

### **9.11. Lugar de Entrega**

Los suministros serán entregados intersección Pista Juan Pablo II y Prolongación Avenida Bolívar.

### **9.12. Forma de Pago**

#### **Primer Desembolso:**

DOSA pagará al Proveedor el cincuenta por ciento (50%) del valor total del contrato, contra la presentación y aprobación de las fichas técnicas.

Dicho pago será total contra la presentación de:

- Solicitud de Pago
- Factura (deberá contener teléfono, dirección y correo electrónico del proveedor)



- Carta o Certificado de Aprobación de las fichas técnicas emitidas por el Comprador.

### **Segundo Desembolso:**

DOSA pagará al Proveedor el cincuenta por ciento (50%) contra recepción de obras

Dicho pago será total contra la presentación de:

- Solicitud de Pago
- Factura (deberá contener teléfono, dirección y correo electrónico del proveedor)
- Carta o Certificado de recepción de obras.

### **9.13. Documentos Legales**

Fotocopia razonada por Notario Público de escritura pública de constitución y modificaciones en su caso, inscrita en el Registro Público Mercantil competente, para el caso de personas jurídicas.

Fotocopia razonada por Notario Público del Poder General de Administración a favor de la persona que representa legalmente a la empresa, debidamente inscrito en el registro público competente, para el caso de personas jurídicas.

Así mismo se deberá adjuntar fotocopia razonada por Notario Público, de cédula de identidad ciudadana del apoderado.

Copia de Certificado de Inscripción vigente del Registro Central de Proveedores del Estado, emitido por la Dirección General de Ofertas del Estado del Ministerio de Hacienda y Crédito Público.

Declaración de Mantenimiento de Oferta de acuerdo al formulario indicado en el Anexo 3, rendida ante Notario Público.

## **Garantía que deberá presentar el proveedor**

### **Garantía de Cumplimiento del Contrato**

El Oferente seleccionado deberá presentar dentro de los 5 días hábiles posteriores a la firma del Acta de Pre-negociación de contrato una fianza, cheque certificado o Garantía bancaria de Cumplimiento del Contrato por el cinco por ciento (5%) del Valor total del Contrato, la que deberá ser extendida por una entidad bancaria o Compañía Aseguradora reconocida que se encuentre bajo la supervisión de la Superintendencia de Bancos y Otras Instituciones Financieras, la que será válida hasta treinta (30) días adicionales a la fecha en que expire el plazo de ejecución del Contrato.

### **Garantía de Vicios ocultos**

El Contratista deberá garantizar todo el material y la instalación en general por el periodo de un año (1) y se compromete por su cuenta a reparar cualquier defecto que, a juicio del supervisor, resultare de un material y/o mano de obra deficiente o de vicios ocultos. Cualquier trabajo a efectuarse por razón de esta garantía, Deberá efectuarse de acuerdo al requerimiento del comprador y además repara por su cuenta los daños provocados.

## **9.14. Especificaciones Técnicas**

### **9.14.1. Objetivo**

En el presente documento se detallan las Especificaciones técnicas que deben de cumplir los Sistemas Fotovoltaicos, para su uso en las ubicaciones determinadas por Dirección de Operación de los sistemas Aislados (DOSAs) y que contemplan los requisitos de seguridad en la instalación, pruebas de funcionamiento del Sistema, garantía al usuario y el cumplimiento con las especificaciones aplicables a este tipo de instalación.

#### **9.14.2. Descripción**

El Proyecto consiste en la instalación de Paneles Solares, con el propósito de generar energía eléctrica limpia, fomentar el respeto, equilibrio y sostenibilidad de los recursos naturales y para asegurar la incorporación oportuna y efectiva de la evaluación Ambiental.

#### **9.14.3. Ubicación del proyecto**

Las instalaciones se ubicarán en las siguientes parcelas con coordenadas:

Karawala: Latitud 12° 56'51.10" N Longitud 83° 34' 33.07" W

abaspounie: Latitud 12°40'45.63"N Longitud 83°32'41.45"O

El Ayote: Latitud 12°31'47.13"N Longitud 84°46'27.24"O

Little Corn Island: Latitud 12° 17' 38.51" N Longitud 82° 59' 06.56" O

#### **9.14.4. Requisito que cumplir**

##### **Seguridad**

Todas las instalaciones de sistemas fotovoltaicos deben de cumplir con las especificaciones de seguridad sobre la instalación que se indican en el presente documento.

##### **Certificación de componentes**

Todos los componentes del Sistema Fotovoltaico deben cumplir en primera instancia con las Normas Internacionales aplicables.

##### **Pruebas de desempeño**

El SFV debe producir la potencia eléctrica para la cual fue diseñado, especificado por el fabricante en su placa de identificación, con base en pruebas de laboratorio.

### **Documentos técnicos, instrucciones y garantías**

Los Proveedores de SFV deben entregar la documentación técnica, instructivos y garantías del sistema fotovoltaico instalado al desarrollador, y a su vez, éste debe ceder los derechos de garantía junto con la información técnica e instructivos a **Dirección de Operación de los Sistemas Aislados (DOSA)** Así mismo deben cumplir con las cláusulas de garantías y los tiempos indicados.

### **Referencias**

Para la correcta aplicación de esta especificación deben consultarse las siguientes normas o especificaciones vigentes.

- CÓDIGO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE NICARAGUA (C.I.E.N)  
Instalaciones Eléctricas
- (utilización), especialmente el Art. 690.
- ARTICULO 690 C.I.E.N, sistemas Solares Fovovoltaicos
- Normas IEC 61215, IEC 61646, IEC 61730-2 e IEC 61853-1.
- Norma IEEE

### **Definiciones**

**Arreglo:** Un ensamble mecánicamente integrado de módulos o paneles con una estructura soporte y cimentación, seguimiento solar, control térmico, y otros componentes, según se requieran para formar una unidad de producción de energía en corriente directa.

**Diodo de Bloqueo:** Un diodo usado para impedir el flujo invertido de corriente en un circuito de generación fotovoltaica.

**Diodo de paso:** elemento electrónico que se instala en los módulos fotovoltaicos de

silicio cristalino que impide la formación de puntos calientes que se forman en las celdas solares por el efecto de sombreado en las mismas.

**Inversor:** Equipo que es utilizado para cambiar el nivel de voltaje o forma de onda, o ambos, de energía eléctrica. Comúnmente un inversor [también conocido como Unidad Acondicionadora de Potencia (PCU en inglés) o Sistema de Conversión de Potencia (PCS en inglés)] es un equipo que cambia entrada de corriente directa a una salida de corriente alterna.

**Entrada del circuito inversor:** Los conductores entre el inversor y el circuito de salida del sistema fotovoltaico para sistemas aterrizados.

**Salida del circuito inversor:** Los conductores entre el inversor y un centro de carga a.c. para sistemas únicos o los conductores entre el inversor y el equipo de servicio u otra fuente de energía eléctrica, así como uno utilizado en sistemas aterrizados.

**Módulo:** El ensamble completo más pequeño de celdas solares, con su óptica y otros componentes, excluyendo el dispositivo de seguimiento, protegido del medio ambiente, diseñado para generar corriente directa bajo la luz del sol.

**Panel:** Un conjunto de módulos mecánicamente unidos, alambrados y diseñados para manejarse como una unidad para instalarse en campo.

**Circuito de Salida Fotovoltaica:** El circuito de conductores entre el(los) circuitos de la fuente fotovoltaica y la unidad de acondicionamiento de potencia o el equipo de utilización de corriente directa.

**Fuente de Energía Fotovoltaica:** Un arreglo o grupo de arreglos, los cuales generan energía en corriente directa a la tensión y corriente del sistema.

**Circuito de la Fuente Fotovoltaica:** Los conductores entre módulos y desde los módulos hasta el(los) punto(s) de conexión común del sistema de corriente directa

**Unidad de Acondicionamiento de Potencia:** Equipo que es usado para cambiar el nivel

de tensión o la forma de onda o ambos, de la energía eléctrica. Usualmente una unidad de acondicionamiento de potencia es un inversor que cambia una entrada de corriente directa a una salida de corriente alterna.

**Circuito de Salida de la Unidad de Acondicionamiento de Potencia:** Los conductores entre la unidad de acondicionamiento de energía y la conexión al equipo de acometida o a otra fuente de producción de energía eléctrica, tal como la red de la Compañía Eléctrica.

**Celda Solar Fotovoltaica:** El dispositivo fotovoltaico básico que genera electricidad cuando es expuesto a la luz.

**Sistema Solar Fotovoltaico:** El total de componentes y subsistemas que en combinación convierten la energía solar en energía eléctrica apropiada para la conexión a una carga de utilización.

**Controlador de carga:** Aparato que controla el régimen y la condición de carga de las baterías, protegiéndolas contra sobrecargas y descargas que excedan sus límites. No Aplica.

**Sistema Autónomo:** Un sistema solar fotovoltaico que no esté conectado a la red eléctrica y abastece energía en forma independiente.

**Red eléctrica de distribución (Red):** Sistema eléctrico disponible en toda la república y que entrega energía eléctrica a las redes eléctricas locales.

**Estructura de soporte (E):** Pieza o conjunto de piezas unidas que forman el apoyo mecánico para los módulos fotovoltaicos.

**Sistema de protección (SP):** Todos aquellos componentes diseñados y calculados para dar protección a la instalación eléctrica contra sobrecarga o sobre corrientes, fusible o interruptor termo magnético.

**Tablero de distribución o interfaz (TAB):** Panel grande sencillo, estructura o conjunto de paneles donde se montan, ya sea por el frente, por la parte posterior o en ambos lados, desconectadores, dispositivos de protección contra sobrecorriente y otras protecciones, barras conductoras de conexión común y usualmente instrumentos. Los tableros de distribución de fuerza son accesibles generalmente por la parte frontal y la posterior, y no están previstos para ser instalados dentro de gabinetes.

**Medidor bidireccional (MB):** Es un dispositivo que mide el consumo de energía eléctrica de un circuito o un servicio eléctrico en Watts (W), del SEN hacia las cargas eléctricas locales y del GFV hacia la Red.

**Cargas eléctricas locales (CEL):** Es la potencia instalada o demandada por el usuario

**Panel o rama fotovoltaicos:** conjunto de módulos fotovoltaicos conectados eléctricamente en serie y unidos mecánicamente para proporcionar una tensión y potencia requerida.

**Arreglo fotovoltaico (AFV):** Un ensamble eléctrico y mecánicamente integrado de módulos o paneles con una estructura soporte y cimentación, pudiendo ser esta fija o con seguimiento solar, según se requieran para formar una unidad de producción de energía en corriente directa.

**Generador Fotovoltaico (GFV):** es sinónimo de módulo, panel y arreglo fotovoltaico

**Fuente de Energía Fotovoltaica (FEFV):** Integración de un generador fotovoltaico con los sistemas de seguridad requeridos, acondicionadores y almacenamiento de energía, según sea el caso, los cuales proporcionan energía eléctrica en corriente directa a la tensión y potencia eléctrica requerida.

**Inversor interactivo:** Inversor que incluye la electrónica necesaria para interactuar con la red eléctrica de distribución.

**A prueba de lluvia:** Construido, protegido o tratado para impedir que la lluvia interfiera

con la operación satisfactoria del aparato bajo condiciones de prueba específica.

**A prueba de polvo:** Construido de tal forma que el polvo no interfiera en su operación satisfactoria.

***Componentes:***

MÓDULO FOTOVOLTAICO (MFV)

El módulo fotovoltaico (generador de potencia eléctrica básico) debe cumplir con lo siguiente:

Ser Nuevo's.

Tener placa de identificación original indicando: especificaciones eléctricas, fabricante, marca, modelo y número de serie.

Los módulos pueden ser flexibles o rígidos; de silicio multicristalinos o de película delgada. Con un mínimo de 72 células.

Los módulos para las marquesinas deben ser translúcidos, permitiendo el paso de luz por la zona del panel que no está ocupada por la célula ni por el marco.

Si tienen marco metálico, éste debe ser de aluminio anodizado. En caso de que el módulo esté encapsulado en vidrio, éste debe ser del tipo templado.

Deben satisfacer los requisitos de la norma IEC 62804 (Resistencia a la degradación PID-Resistant) IEC 61215 (módulos FV de silicio cristalino) o la IEC 61646 (módulos FV de película delgada - silicio amorfo, cobre-indio-galio -selenio y telurio de cadmio), según corresponda al tipo de módulo FV.

Tener caja de conexiones para servicio en intemperie para índice de protección IP67 (a prueba de lluvia y polvo) con las terminales de salida debidamente marcadas identificando la terminal negativa y la positiva. Si tiene cables de salida, éstos deben ser idóneos para servicio en intemperie el área de la sección transversal debe corresponder



a la capacidad de conducción de corriente calculada en términos de la corriente de corto circuito del panel (1,56 veces la corriente de corto circuito del panel bajo condiciones normalizadas de prueba), estar marcados identificando la terminal positiva y negativa, y tener conectores rápidos para servicio en intemperie con las siguientes características mínimas: sistema de bloqueo, tensión eléctrica de aislamiento mínimo 1000 V, temperatura de operación hasta de 75°C, índice de protección para la conexión IP67 o superior, y estar certificados bajo estas características (por ejemplo conectores del tipo MC4 o MC3) u otro equivalente.

## ESTRUCTURA PORTANTE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

La estructura debe cumplir con lo siguiente:

Estructura soporte biposte compuesta por mesas con 4 paneles en horizontal y con una altura mínima al suelo de 0.6 m, inclinación 15° y pilares hincados a 1.5 m de profundidad.

Soportar vientos de hasta 170Km/h

La estructura será coplanar a la cubierta correspondiente donde se vaya a instalar.

Ser de metal: requisito mínimo de acero galvanizado por inmersión en caliente, acero Magnelis ZM310, acero inoxidable o Aluminio EN-AW-6063 T6 que garantice la resistencia en ambientes corrosivos.

La estructura debe de estar diseñada para soportar bajo condiciones de trabajo, corrosión, deformaciones mecánicas tanto estáticas como dinámicas con un anclaje que soporte cargas de viento de acuerdo con las características climatológicas del sitio de instalación.

Se debe incluir elementos de fijación tales como: tornillería, grapas, selladores etc. de acero inoxidable o aluminio. Que garanticen la fijación.

## CABLES

El cableado debe cumplir con lo requerido en el Art. 690 del C.I.E.N

Todo el cable que se use en la instalación fotovoltaica debe ser de cobre, certificado para 600 V o de mayor tensión, con doble aislamiento

Para cables con área de sección transversal de 13 mm<sup>2</sup> o mayor, se puede usar cable de aluminio grado eléctrico de la serie AA 8000 según el Art 610 del C.I.E.N, siempre que los conectores para la interconexión de los circuitos eléctricos sean del tipo CO/ALR; o bien, que tengan un recubierto metálico que permita la compatibilidad con conectores tradicionales de cobre tipo tornillo. Deben ser del tipo USE-2, RHH, RHHW-2 con aislamiento XLPE para servicio en intemperie.

El área de la sección transversal debe de ser seleccionado para evitar una caída de tensión mayor al 3 % para tensiones eléctricas nominales menores o iguales que 48 V y no mayor a 5% para tensiones eléctricas mayores que 48 V, para los circuitos eléctricos desde el punto de generación hasta el punto de consumo.

No se acepta cable uso rudo en ningún circuito del sistema fotovoltaico.

En los circuitos de la fuente y de salida fotovoltaica la capacidad de conducción del cableado debe seleccionarse con un valor de 1.25 x1.25 veces la corriente de corto circuito, I<sub>sc</sub>, del módulo FV, panel FV o arreglo fotovoltaico.

Todo cableado expuesto a la intemperie, además de satisfacer el artículo 339 del C.I.E.N, debe estar certificado para soportar a la radiación solar (del tipo USE, UF, TWD-UV, o equivalente).

Todo cable que no sea para servicio en intemperie debe estar contenido en tubería conduit idónea al tipo de instalación, interior o exterior. Puede ser del tipo flexible de aluminio con recubrimiento de PVC (para longitudes máximas de 3 m) o rígida de PVC ó metálica galvanizada cables cuya longitud es mayor que 3 m.

Para el cableado en general, no expuesto a la intemperie, el cable debe ser seleccionado con aislamiento para 90°C, por ejemplo del tipo THW-2, THWN-2, THHW-LS o equivalente.

Para temperaturas ambiente mayor que 30°C, la capacidad de conducción de corriente debe corregirse con los factores dados por artículo 339 del C.I.E.N, que para referencia rápida se presenta en la siguiente tabla:

Temperatura (°C)	Temperatura ambiente máxima de operación del conductor		
	60°C	75°C	90°C
30	1,0	1,0	1,0
31-35	0,91	0,94	0,96
36-40	0,82	0,88	0,91
41-45	0,71	0,82	0,87
46-50	0,58	0,75	0,82
51-55	0,41	0,67	0,76

#### INVERSOR O EQUIPOS DE CONVERSIÓN DE ENERGÍA

El inversor o el equipo de conversión de energía deben cumplir con lo siguiente:

Satisfacer los requisitos técnicos exigidos en la Especificación contemplada en los Requisitos técnicos para la interconexión entre una fuente de energía distribuida en pequeña escala y el sistema eléctrico nacional.

De no haber Normas aplicables en el país se debe demostrar el cumplimiento con las normas internacionales IEC 62109-1 e IEC 62109- (o alternativamente de la Norma UL 1741 basada en la Norma IEEE 1547)

Contar con el certificado correspondiente que garantice el cumplimiento de los requerimientos eléctricos para la función anti-isla de acuerdo a la Norma IEC 62116:2008 Ed 1, o la Norma UL 1741 que permite su conexión a la red.

Tener una eficiencia igual o mayor que 97 % a la potencia nominal del sistema.

Tener una placa de identificación que incluya información de la marca, modelo, especificaciones, fabricante o importador responsable.

Tener la capacidad para el manejo de energía de acuerdo al diseño del sistema fotovoltaico. La potencia de salida del inversor no debe ser menor a la potencia pico del arreglo FV.

El suministrador del equipo debe garantizar que la tensión eléctrica en el punto de máxima potencia de la Fuente de Energía FV, a cualquier temperatura ambiente, se ajusta al intervalo de tensión eléctrica de operación del inversor.

Debe contar con un envoltorio con índice de protección IP54 si su uso es en interiores, IP65 o superior si es para uso en intemperie.

Contar con tablilla de conexión con terminales, enchufes o conectores rápidos con índice de protección IP65 y protección contra descargas eléctricas y conexión a tierra.

En el caso del uso de micro inversores, estos deben contar también con las certificaciones correspondientes de las normas antes mencionadas (IEC 62109-1), IEC 62109-2 o (UL 1741) tanto en el desempeño, durabilidad, grado de protección IP65 y seguridad como las características eléctricas exigidas respecto de su intervalo de tensión eléctrica, frecuencia, comportamiento anti-isla.

## DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

### Medios de desconexión

Los circuitos de entrada y salida deben contar con un medio de desconexión, respectivamente. En consecuencia, tanto el circuito de salida fotovoltaica como el del inversor deben satisfacer dicho requisito.

Los medios de desconexión deberían estar contenidos en una Caja de Desconexión CD

con índice de protección IP65 o superior. Alternativamente, pueden instalarse en o dentro del inversor siempre y cuando se pueda garantizar la desconexión eléctrica para realizar trabajos de servicio y mantenimiento.

Los medios de desconexión pueden ser interruptores de cuchilla, interruptor termo magnético, interruptor de palanca y deben de seleccionarse de acuerdo con el tipo de corriente a manejar, pudiendo ser monopolares, bipolares o trifásicos según sea la necesidad.

La Capacidad de conducción de los medios de desconexión debe seleccionarse de acuerdo al artículo 339 del C.I.E.N.

Si en el circuito de salida fotovoltaica (circuito de entrada al inversor), el conductor negativo debe estar aterrizado, ambos conductores deben tener el medio de desconexión y la puesta a tierra del conductor negativo debe hacerse entre el medio de desconexión y el inversor o dentro del inversor.

Si ninguno de los conductores de electricidad del sistema FV del circuito de salida estará aterrizado, ambos conductores deben tener un medio de desconexión

## INVERSORES

En el caso de los inversores que tienen integrados conectores (por ejemplo, del tipo MC4) o equivalente, para la terminal positiva y terminal negativa en el circuito de entrada, se acepta al enchufe como medio de desconexión para el circuito de salida fotovoltaica.

Para el caso de micro inversores se aceptan los conectores para aplicaciones fotovoltaicas (por ejemplo, MC4 o similar uso intemperie) como medios de desconexión para el circuito de salida fotovoltaica.

Cuando el inversor se encuentre ubicado en el interior del edificio se debe contar con un sistema de desconexión de emergencia que conste de un contactor o interruptor y un botón de paro cuya función es desconectar el generador fotovoltaico del resto del sistema

en caso de una emergencia (incendio o temblor). El interruptor o contactor se debe colocar en la Caja de Desconexión, en los conductores de salida del arreglo FV, mientras que el botón de paro debe estar instalado tan cerca como sea posible del Tablero de distribución o de la acometida del suministro de potencia eléctrica.

Excepción: No se requiere dicho sistema de desconexión de emergencia cuando la tensión eléctrica a circuito abierto del módulo FV, panel FV o arreglo fotovoltaico sea menor que 40 V, cuando se usen inversores que se instalan debajo de los módulos, o cuando la distancia de los conductores del circuito de salida de la Fuente de Energía Fotovoltaica a la entrada del inversor sea menor que 2 m.

#### Protección contra fallas a tierra

Todo Sistema Solar fotovoltaico debe contar con un Sistema de Puesta a Tierra (SPAT) de acuerdo al Art. 690 41-44 del C.I.E.N

El SPAT debe constar de un sensor de corriente, un sistema de detección con indicador del tipo de falla y un contactor o interruptor automático.

El sensor de corriente debe instalarse entre la salida del arreglo FV y el punto de conexión a tierra para un arreglo FV aterrizado mientras que el contactor o interruptor debe instalarse entre el arreglo FV y el inversor

Para un GFV flotante se puede instalar un dispositivo "monitor de aislamiento" permanente que verifique la resistencia a tierra de ambos polos con una frecuencia predeterminada o instalar un dispositivo de corriente residual a la salida del subsistema de acondicionamiento de potencia según se especifica

Excepción: Se permitirán otros métodos que logren un sistema de protección equivalente y que utilicen equipo certificado e identificado para tal uso.

#### Protección contra corrientes de retorno

En sistemas que incluyan más de dos módulos o panel o rama o arreglo FV en paralelo,

se debe de instalar un dispositivo protector contra corrientes de retorno que pueden provenir de módulos sombreados, cortos circuitos o fallas a tierra en un panel.

El dispositivo protector contra corrientes de retorno puede ser un diodo de silicio que bloque las corrientes de retorno, por lo que se le conoce como Diodo de Bloqueo; puede ser un fusible o un interruptor termo magnético bidireccional.

La capacidad de conducción del dispositivo contra corrientes de retorno debe seleccionarse al 80 % de la capacidad de conducción del cable de salida del módulo, panel o arreglo FV; es decir, 1.25 veces la corriente de corto circuito del módulo, panel o arreglo fotovoltaico a una tensión de 1.25 veces la tensión eléctrica a circuito abierto del arreglo FV.

## SISTEMA DE TIERRA

El Sistema Solar fotovoltaico debe contar con un Sistema de Tierra con una resistencia no mayor a 25 Ohmios según se especifica el C.I.E.N.

El instalador tiene la responsabilidad de entregar un sistema de tierra con la resistencia solicitada la cual debe ser verificada con un instrumento de medida para resistencia del sistema de tierra física (telurómetro o megger).

El sistema de tierra debe componerse de uno o varios electrodos de puesta a tierra y conductores de puesta a tierra, pudiéndose emplear tierras existentes siempre que sean aptas para su uso en esta instalación.

Electrodos de puesta a tierra. (Sistema de puesta a tierra)

El electrodo sistema de puesta a tierra, puede ser uno o alguna combinación de los que se indican a continuación. En ningún caso se permite que el valor de resistencia a tierra del sistema de electrodos de puesta a tierra sea superior que 25 Ohmios.

Varilla puesta a tierra: Una varilla de acero cobrizada de 14 mm de diámetro y 2 m de longitud enterrada de manera vertical por lo menos 2,4 m, si no se puede enterrar por

ser el terreno material rocoso, se debe clavar a un ángulo oblicuo que no forme más de 45° con la vertical; o bien, enterrarla en una zanja que tenga como mínimo 80 cm de profundidad.

Estructura metálica de un edificio si éste está puesto a tierra eficazmente.

Electrodo empotrado en concreto.

Cualquier elemento metálico enterrado, varilla, tubería, placa, o combinación de ellas, que no sea de aluminio, cuya resistencia a tierra no sea mayor a 25 Ohmios.

Conductores de puesta a tierra.

Los materiales de los conductores de puesta a tierra pueden ser de cobre o de cualquier material resistente a la corrosión.

El conductor puede ser: alambre o cable, aislado, forrado o desnudo; y debe ser de un solo tramo continuo, sin empalmes ni uniones.

Si el conductor de puesta a tierra está forrado, el color del forro de aislamiento debe ser verde, o verde con franjas amarillas.

## **INSTALACIÓN**

**Los accesorios utilizados para la instalación mecánica deben cumplir con lo siguiente:**

Tornillos, tuercas, arandelas, rondanas y otros accesorios de fijación como las abrazaderas deben ser metálicos, de un material que no se oxide en el ambiente del sitio de instalación, de preferencia tropicalizados (recubrimiento con zinc y cromo) o de acero inoxidable. En ambiente salino, deben ser de acero inoxidable.

**Los accesorios utilizados para la instalación eléctrica deben cumplir con lo siguiente:**



El cuerpo, caja o material aislante de los artefactos eléctricos como el de los interruptores o desconectores, dispositivos de seguridad, porta fusibles, terminales de conexión, barra de conexión, accesorios metálicos, etc., que se usen para facilitar el cableado y/o conexiones eléctricas, debe ser de un material con aislamiento certificado para una tensión nominal de 600 V o superior.

Todos los accesorios como conectores, terminales, etc., deben satisfacer el aislamiento a la temperatura de operación considerada, tolerancia a la corriente de falla en el método de cableado empleado y ser resistentes a los efectos del ambiente en el cual se usen.

Las cajas de conexión que se usen para contener empalmes de cables deben estar certificadas para sus usos requeridos (interiores o exteriores, según el caso). Si son para exteriores, las cajas deben tener índice de protección IP65 o superior.

Las zapatas terminales o terminales de ojillo o espada que se usen para la conexión de cables en terminales deben ser de cobre estañado y estar certificadas para la capacidad de conducción de corriente del circuito al que pertenezcan.

Las barras o bus de paralelismo lo mismo que la barra o bus de tierra deben ser de cobre estañado y se deben de proveer con agujeros y tornillos de opresión adecuados al calibre del cable que recibirán.

### **Instalación del cableado. Cableado entre módulos**

Para módulos que no incluyen cables de conexión el instalador debe proveer el cable requerido según las especificaciones.

Si la terminal de conexión no es del tipo con conectores de opresión por tornillo, la conexión eléctrica del cableado tanto en la configuración serie entre módulos o para el cableado de salida, debe hacerse con terminales tipo ojillo. La unión entre la terminal y el conductor debe hacerse con la herramienta adecuada para tal efecto, unión por opresión, no aplastada.

En caso de que la terminal del módulo tenga conectores de presión con tornillo, la conexión del cable en dicha terminal debe hacerse al momento torsional (torque) que se recomienda por el fabricante del módulo o según valores recomendados en la tabla siguiente:

<b>Diámetro nominal del tornillo (mm)</b>	<b>Momento torsional mínimo (Nm)</b>	<b>Momento torsional máximo (Nm)</b>
Hasta 2,8	0.20	0.40
Mayor que 2,8 hasta 3,0	0.25	0.50
Mayor que 3,0 hasta 3,2	0.30	0.60
Mayor que 3,2 hasta 3,6	0.40	0.80
Mayor que 3,6 hasta 4,1	0.70	1.2
Mayor que 4,1 hasta 4,7	0.80	1.8
Mayor que 4,7 hasta 5,3	0.90	2.0
Mayores que 5,3	1.1	2.5

Para realizar las conexiones anteriores la punta del cable debe pelarse (eliminación de una porción del aislante que lo protege) una distancia igual a la distancia de penetración del cable tanto en la terminal de ojillo como en la terminal de opresión, según sea el caso

Para módulos que incluyan cables de conexión con conectores especiales (el más común es el MC 4) para su interconexión provistos por el fabricante, la conexión en serie entre ellos se hará conectando el "macho" de un módulo con la "hembra" del siguiente, y así sucesivamente hasta terminar la configuración, garantizando siempre que dichas conexiones se realicen tanto eléctrica como mecánicamente seguras. La conexión en paralelo de GFV's que tienen integrado cables con conectores debe hacerse en un bus metálico de paralelismo usando los tornillos de opresión para tal caso.

El cableado entre módulos debe sujetarse a la estructura metálica usando cinchos de

amarre especiales para intemperie.

Los conductores de salida del módulo, panel o arreglo fotovoltaico, positivo y negativo deben estar marcados e identificados, y satisfacer el requerimiento de las especificaciones. Estos, deben llegar a una caja de conexión desde donde se conecte hasta el TAB.

Las canalizaciones deben sujetarse a la estructura con abrazaderas plásticas del tipo "tornillo sin fin" especiales para intemperie.

En ningún caso se aceptan empalmes de cables ni en el circuito de salida fotovoltaica o salida del inversor. Los cables que se utilizan deben tener la longitud necesaria para llevar a cabo la conexión y no realizar empalmes dentro de canalizaciones cerradas, por lo que todos los cables deben ser continuos y sin empalmes intermedios.

En todos los puntos de conexión se dispondrá de un excedente de cable para evitar tensiones mecánicas. El tamaño del excedente no debe ser mayor a 15 cm.

El proveedor deberá proporcionar una terminal con conector opresor en cada módulo para el cable de puesta a tierra.

El cable de puesta a tierra para los módulos deberá ser continuo hasta el punto general de conexión a tierra del sistema y este punto debe ser lo más cercano posible al arreglo fotovoltaico.

No se acepta conexión en "margarita" en la caja de conexión de los módulos para la conexión en paralelo de módulos, paneles o arreglos fotovoltaicos.

Las barras o bus de conexión deben estar soportados en una base aislante y certificados para las tensiones eléctricas que se manejen en el circuito.

### **Cajas de conexión o desconexión**

Las cajas de conexiones deben instalarse de forma segura y en sitios accesibles.

Las cajas de conexión y envolventes utilizadas deben estar certificados para su uso específico. Todas las cajas de conexión deben sellarse de manera que se evite la entrada de humedad, agua, polvo, insectos o agentes extraños.

Las entradas de cables o tubería conducir a las cajas de conexión deben quedar selladas usando los conectores apropiados para ellos.

Exceptuando por la barra o bus para tierra física, todos los artefactos que estén contenidos en la caja de desconexión deben estar montados sobre una base aislante certificada para 600 V.

En la caja de desconexión se debe instalar: el interruptor que aísla el arreglo fotovoltaico del acondicionador de energía (Controlador y/o Acondicionador de energía), las barras o bus de paralelismo positiva y negativa, el dispositivo protector contra corrientes de retorno, el dispositivo supresor contra descargas atmosféricas y la barra metálica o bus para un punto de puesta a tierra local o general, según sea el caso.

Los cables de entrada y salida en la caja de desconexión deben llegar o salir en canalizaciones según se indica en las especificaciones, usando conectores apropiados para dicha tubería que impidan la entrada de polvo, agua y animales.

## PUESTA A TIERRA

### **Partes Metálicas**

Todas las partes metálicas del sistema fotovoltaico como son el marco de cada MFV, la estructura, las envolventes de los equipos (controlador y/o inversor), cajas de conexión o de paso, deben colocarse a tierra mediante un conductor de puesta a tierra sin importar la tensión eléctrica.

El conductor de puesta a tierra para los marcos de módulos debe ser conectado en cada uno de ellos con una zapata terminal tipo compresión de cobre estañado o aluminio estañado. Dicha zapata debe sujetarse al marco metálico con un tornillo de acero

inoxidable tipo pija o tornillo con tuerca mecánico con arandela de presión y de "estrella", todo el conjunto en acero inoxidable.

El cable de puesta a tierra del marco de módulos debe llegar y conectarse en la barra o bus de tierra local o general, según sea el caso.

Las partes metálicas que compongan a la estructura de soporte deben tener un conductor de puesta a tierra.

El conductor de puesta a tierra de las partes metálicas para la estructura debe atornillarse a ésta usando una zapata terminal idéntica a la que se use en los marcos de los módulos, usando la misma técnica y protección anticorrosiva recomendada.

Los conductores de puesta a tierra para el marco de los módulos y de la estructura deben llegar a la caja de desconexión en donde se encuentre la barra o bus de tierra local o general, según sea el caso.

La conexión del cable de puesta a tierra en la barra o bus de tierra local o general debe hacerse mediante el tornillo de opresión del bus o usando una zapata terminal, en donde el cable esté debidamente aprisionado con el par de apriete recomendado.

### **Conductores de corriente**

Si el circuito de salida fotovoltaico tiene un conductor de corriente puesto a tierra, la conexión de puesta a tierra debe hacerse en un solo punto que corresponda a la barra o bus de tierra local o general, según sea el caso. De ahí parte el conductor de puesta a tierra general hacia el electrodo de puesta a tierra.

Por conveniencia en la instalación, el "bus" general de puesta a tierra debe estar contenido en la misma caja que contiene a los medios de desconexión del circuito fotovoltaico.

### **Conexión en el electrodo de puesta a tierra**

En caso de ser necesaria su instalación, la unión entre el electrodo de puesta a tierra y el conductor principal de puesta a tierra será soldada con soldadura tipo exotérmica o de alta temperatura o mediante terminales de compresión

### **Dispositivo de protección contra descargas atmosféricas**

Si la distancia entre la caja de desconexión y el inversor es mayor a 10 metros se debe colocar un dispositivo de protección contra descargas atmosféricas a la entrada del inversor. En caso de que el inversor tenga integrado el dispositivo ya no es necesario.

Los conductores empleados para la conexión de los dispositivos contra descargas atmosféricas a las líneas y a tierra no deben ser más largos de lo necesario y deben evitarse dobleces innecesarios.

### **El arreglo de Módulos Fotovoltaicos debe de cumplir con:**

Se debe evitar obstáculos que proyecten sombra sobre los GFV's a lo largo del día y del año, en caso necesario se ajustara la altura.

El arreglo estará orientado según la cubierta en la que se instala, y en caso de las marquesinas se instalarán orientación Este-Oeste para la zona interior, y orientación Sur para la zona exterior.

Las cajas de conexión de los MFV deben quedar accesibles, sin obstrucción por la estructura.

Los MFV deben sujetarse cada uno al menos con 4 tornillos y cada tornillo con rondanas planas y de presión resistentes a la corrosión. En el caso de módulos individuales se debe de garantizar en su instalación una separación de al menos 7 mm entre ellos (que es el espesor de un tornillo de ¼"el).

Los cables conductores o duetos de conducción deben quedar protegidos de la luz

directa y ajustados firmemente a la estructura mediante cinchos de amarre (cinchos o corbatas de plástico de color negro) o abrazaderas tipo sin fin.

Se deben dejar perímetros de seguridad laterales y distancias prudentiales para realizar mantenimientos en las diferentes calles de los módulos.

**Los sistemas de seguridad deben cumplir con:**

La caja de desconexión debe quedar situada en un lugar accesible al usuario

La caja de desconexión debe ser de un tamaño tal que los componentes que se instalen como son interruptores, bus de conexión, etc. se distribuyan adecuadamente.

Se sugiere que el Punto General de Conexión de Puesta a Tierra debe localizarse en la caja de desconexión que contiene al circuito de salida de la fuente de Energía Fotovoltaica.

Utilizar componentes aprobados para la utilización en SFV.

**El Dimensionamiento y capacidad de conducción de corriente eléctrica de los circuitos, debe de ser de acuerdo a lo siguiente:**

La capacidad de conducción de corriente eléctrica de los conductores y la especificación o ajuste de los dispositivos de protección contra sobrecorriente en un circuito de un sistema solar fotovoltaico no deben ser menores que 125 % de la corriente eléctrica calculada de acuerdo a lo siguiente:

Excepción: Los circuitos que contengan un ensamble cuyo conjunto de dispositivos de protección contra sobrecorriente están especificados para operación continua a 100 % de su capacidad.

NOTA: Se permite usar el dispositivo de protección contra sobrecorriente del valor nominal inmediato superior a la capacidad de conducción de corriente de los conductores que proteja.

## **Cálculo de la corriente eléctrica de los circuitos**

La corriente eléctrica para cada circuito individual debe calcularse como sigue:

Circuitos de la fuente fotovoltaica. La suma de la corriente eléctrica especificada de corto circuito de los módulos en paralelo multiplicado por 1.56 de acuerdo a la Norma vigente.

Circuito de salida fotovoltaica. La corriente eléctrica especificada de corto circuito de la fuente de energía fotovoltaica multiplicada por 1.56 de acuerdo a la Norma vigente.

Circuito de salida del inversor. La corriente eléctrica de salida especificada del inversor o de la unidad de acondicionamiento de potencia.

Circuito de entrada de un inversor autónomo. La corriente eléctrica especificada de entrada del inversor autónomo cuando el inversor está produciendo su potencia especificada a la menor tensión eléctrica de entrada.

## **PRUEBAS DE SEGURIDAD Y DESEMPEÑO.**

Todos los sistemas fotovoltaicos deben cumplir satisfactoriamente con las pruebas de desempeño establecidas en el presente documento, las cuales son las siguientes:

Medición de la característica corriente tensión de dispositivos fotovoltaicos artículo 690 del C.I.E.N. (Aplica únicamente al Modulo Fotovoltaico). En caso de no haber infraestructura en el país se acepta la curva otorgada por el fabricante. Lo anterior se llevará a cabo de acuerdo con lo estipulado en el presente documento.

Prueba de rendimiento de energía (caracterización del sistema) de los módulos fotovoltaicos y de eficiencia de la conversión Corriente Directa / Corriente Alterna realizado por un laboratorio nacional evaluado y aprobado por el organismo de certificación.

## **PERSONAL**

Todo el personal involucrado con el dimensionamiento e instalación de los Sistemas



Fotovoltaicos e Iluminación debe contar con la capacitación necesaria para llevar a cabo sus actividades correctamente. Asimismo, cuando se cuente con el estándar de competencia laboral en la instalación de sistemas fotovoltaicos el personal responsable de llevar a cabo la instalación de los sistemas Fotovoltaicos.

### **DOCUMENTOS TÉCNICOS A ENTREGAR, INSTRUCCIONES Y GARANTÍAS**

El proveedor está obligado a presentar al Dueño final lo siguiente:

Relación de partes y componentes del sistema fotovoltaico e iluminación  
Dimensionamiento del sistema, memoria de cálculo incluyendo curvas de eficiencia de operación del sistema

Manual de operación del sistema y de recomendaciones de uso, incluyendo protocolo de inspección y mantenimiento, información técnica relevante del equipo y relación de posibles causas de falla

Diagrama eléctrico simplificado de la instalación.

Capacitación al usuario final, dando una explicación clara sobre el funcionamiento, operación y mantenimiento preventivo del sistema, indicando las partes y componentes del mismo, así como las posibles falla y corrección inmediata.

Garantía por escrito al usuario final de los componentes del sistema, de acuerdo con las normas establecidas y a lo siguiente:

Panel fotovoltaico: 3 años con al menos 90 % de la potencia máxima de salida.

Inversor, controlador y/o acondicionador de energía (garantía): 2 años.

Estructura para módulos fotovoltaicos (vida útil): de 10 años Instalación eléctrica (vida útil): 10 años.

## **REVISIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES**

La presente especificación es susceptible de tener revisiones de acuerdo con los requerimientos tecnológicos, entrada en vigor de normas, actualización de referencias, etc. Para lo cual se avisará a los interesados al respecto de los cambios para adecuarse a ellos, otorgando un plazo para evidenciar el cumplimiento con la nueva especificación.

## **REVISIÓN DE OBRA TERMINADA**

El Proveedor notificará al Comprador cuando la obra esté totalmente terminada y solicitará al Comprador una revisión conjunta del estado de la ruta de fibra óptica construida y del cumplimiento de las especificaciones técnicas del Contrato y se efectuara la Recepción sustancial de la obra procediéndose de la siguiente manera.

## **RECEPCIÓN SUSTANCIAL DE LA OBRA**

El Proveedor deberá notificar por escrito al Supervisor, cuando tenga obras sustancialmente terminadas y listas para que sean inspeccionadas y/o aceptadas. El Comprador por medio del Supervisor y/o de las personas que él designe, procederá a realizar la inspección en los siete (7) días después de recibida la notificación.

Si las obras objeto de la inspección fueron terminadas y hayan pasado satisfactoriamente todos los ensayos de pruebas requeridos de acuerdo con lo establecido y especificado en los documentos contractuales y se pueda hacer uso de estas, El Comprador emitirá un Certificado de Recepción Sustancial que suscribirán el Supervisor e Ingeniero a cargo de la obra, en el que se detallarán los trabajos pendientes o defectos menores que no impidan el uso de las obras ejecutadas bajo este Contrato.

Una vez emitido este Certificado deberá considerarse que el Proveedor se ha comprometido a terminar con debida claridad trabajos pendientes o corregir cualquier defecto en un periodo no mayor de un mes a partir de la fecha de emisión del Certificado de Recepción Sustancial.

Al final de esta revisión se elaborará un acta donde se reunirán todos los puntos inspeccionados durante todo el proceso y los aspectos pendientes de corrección.

## **OBLIGACIONES GENERALES DEL PROVEEDOR**

El Proveedor deberá, de acuerdo con lo estipulado en las presentes especificaciones, realizar los trabajos, proveer la fuerza de trabajo, proveer y mantener los materiales y equipos, la instalación y cualquier otro elemento, ya sea que estén explícitamente indicados en los documentos de Contrato o se puedan inferir de él, y que sean requeridas para completar la totalidad de los alcances hasta su Aceptación Final. Todo respetando la legislación nicaragüense y los requisitos que se establecen en los documentos del Contrato que regulan cada actividad a desarrollar.

Cada Proveedor debe estar plenamente enterado de cualquier o todo tipo de legislación en Nicaragua, que de alguna manera afecten cualquiera de las actividades que involucra el cumplimiento total del contrato hasta la Aceptación final del proyecto. Este tipo de legislación puede referirse, sin estar limitada a los siguientes aspectos: impositivos, arancelarios, migratorios, laborales, seguridad social, del ejercicio profesional, higiene y salud ocupacional, municipales, medioambientales, tránsito, etc.

El Proveedor deberá utilizar procedimientos de instalación trabajos adecuados y respetar todas las reglas y buenas prácticas de ingeniería que permitan la buena ejecución de los trabajos y proveer y mantener a su costo, los materiales y equipos auxiliares para tal fin.

En caso de que se intervenga en obras existentes, si ocurriera algún daño, pérdida o avería, el Proveedor a su propio costo deberá repararlos y dejarlos en perfecto estado a satisfacción de la Comprador.

El Proveedor deberá tomar todas las medidas necesarias para evitar daños a las personas y a la propiedad. Deberá aplicar y hacer cumplir todas las normas y reglamentos que sean necesarios para salvaguardar los bienes y materiales, así como al público y a todo el personal propio o ajeno (transportistas, inspectores, agentes,

personal del gobierno, del Comprador, etc.) que trabaje en las faenas o bien que se relacione o participe en estas.

Deberá cumplir particularmente con todas las leyes, reglamentos y estatutos sobre prevención de riesgos según la legislación de Nicaragua y las instrucciones que impartan las mismas. Será de exclusiva responsabilidad del Proveedor los perjuicios y daños que sus actos, acciones, métodos o técnicas de trabajo ocasionen a su personal, a bienes y materiales, a instalaciones o personal involucrado en la obra o a terceros en el curso de los trabajos o con ocasión de ellos, tanto por acción como por omisión, quedando por tanto claramente establecido que tal responsabilidad no afectará de ningún modo al Comprador y no será asumida por este último.

Todo accidente que ocurra en el curso de los trabajos o con ocasión de ellos, dentro de la jornada laboral o fuera de ella, (ya sea en los distintos frentes de trabajo, en los campamentos, en las oficinas, o en las rutas entre tales lugares, o en la realización de trámites o gestiones relacionadas con los trabajos contratados) será de exclusivo cargo o responsabilidad del Proveedor, debiendo éste pagar las prestaciones e indemnizaciones a que fuere obligado judicial o extrajudicialmente, como asimismo los gastos, y honorarios (legales, por peritajes, etc.) por la defensa correspondiente.

El Proveedor deberá conocer las restricciones que imperan en Nicaragua en cuanto al transporte de carga, especialmente las relativas a la capacidad máxima de puentes, carreteras y equipo de desembarque en los muelles. Sus programas de envío de materiales deberán tomar en cuenta estas condiciones. El Comprador no asumirá responsabilidad alguna por los atrasos que se puedan originar por la no previsión de estos factores.

En caso de que las obras de instalación crucen líneas de distribución, transmisión, telecomunicaciones, o cualquier otra instalación eléctrica (subestaciones, transformadores, etc.) y se requiera su desenergización, será responsabilidad del Proveedor coordinar con las autoridades respectivas las desconexiones que correspondan. El Comprador sólo actuará como colaborador o facilitador para dichas

gestiones.

Las interrupciones de servicio serán las mínimas posibles y los costos derivados de las mismas, como gastos operativos de los dueños de dichas instalaciones y la energía no servida que se origine, serán a costo del Proveedor.

## **COMUNICACIONES AUTORIDADES**

El Comprador designará a sus representantes (Supervisión) en el campo a través de una notificación y a su vez, el Proveedor deberá designar al Director del Proyecto y Personal Clave, los cuales deberán ser competentes y estar autorizados para actuar con plenos poderes, responsabilidades y obligaciones en nombre del Proveedor, según su cargo. Además, deberá designar al que fungirá como Ingeniero a cargo de la Obra que recibirá en el sitio de las obras las instrucciones de representante del Comprador (Supervisión).

En aquellas ocasiones en que el Ingeniero del Proveedor a cargo de la obra se ausente temporalmente del terreno, deberá dejar en su reemplazo una persona debidamente autorizada e investida de todas las atribuciones, responsabilidades y obligaciones del mismo: El Ingeniero a cargo de la obra, o su reemplazante en ausencia de aquel, recibirá en nombre del Proveedor, las instrucciones y directivas que le imparta el representante del Comprador (Supervisor).

El Proveedor recibirá del representante del Comprador (Supervisor), instrucciones de campo relacionadas con la ejecución de los trabajos conforme a los documentos del Contrato.

Todas las órdenes, instrucciones, avisos, comunicaciones o notificaciones dadas por el representante del Comprador (Supervisión) al Ingeniero a cargo de la Obra o al Director de la obra, deberán ser interpretadas como si hubieran sido dadas al Proveedor, de igual modo, toda comunicación y demás documentos que se emanen del Ingeniero a cargo de la Obra o del Director, se considerarán dirigidas por el Proveedor.

## **NUMERACIÓN**

Para evitar problemas por pérdida de documentos enviados deberán numerarse todas las notificaciones tanto del Proveedor como del Comprador mediante un consecutivo.

### **TRÁMITE DE NOTIFICACIÓN E INSTRUCCIONES**

Una vez recibida una notificación por una de las partes, deberá devolver la copia de la documentación recibida, debidamente sellada y firmada por una persona autorizada confirmando así su recibo.

Al realizar anotaciones en el libro de Bitácora, se deberá hacer llegar copia de lo escrito a la otra parte y ambas deberán firmar cada anotación como muestra de su conocimiento.

Si el Proveedor cree oportuno efectuar alguna reclamación, deberá formularla por escrito al representante del Comprador (Supervisión) dentro del plazo de tres (3) días calendarios después de haber recibido la notificación o instrucción y estar disponible para discutirla con él.

### **DOCUMENTACIÓN Y REGISTROS**

El Proveedor durante toda la vigencia del Contrato, deberá tener y conservar en la oficina de campo, completamente actualizados, los planos y especificaciones técnicas, datos del personal, registros de avances, pruebas, ensayos, todos los documentos que registren y permitan la comprobación del fiel cumplimiento de los requisitos de este Contrato, inclusive los registros sobre producción y rendimientos en los frentes de trabajo, tiempo empleado por el personal en las diferentes actividades, maquinarias utilizadas y factores de uso, en resumen, todo documento generado para el desarrollo del contrato.

Toda la información estará disponible para el representante del Comprador (Supervisión) en el momento en que la solicite.

### **PROGRAMA DE EJECUCIÓN**

A más tardar 15 días después de comunicada la orden de inicio, o bien, dentro de los

plazos establecidos en el contrato, el Proveedor deberá presentar a Comprador el Programa de Ejecución de los trabajos, revisado y detallado. El programa deberá mostrar, todas las etapas, tareas e hitos y establecer la ruta crítica.

Deberá presentar la interdependencia de las actividades, con la fecha de inicio y finalización estimada. La unidad de tiempo será la semana.

El programa estará desarrollado con un software igual o similar al Microsoft Project.

El programa debe incluir todas las tareas requeridas al detalle, de manera que se observen las actividades por área de trabajo o cuadrillas. Incluyendo como parte de este programa el programa de medidas ambientales.

La presentación de dichos programas y la correspondiente "no objeción" por parte del Comprador no liberará al Proveedor de ninguna de las obligaciones o responsabilidades que asume en el Contrato.

El Proveedor deberá atenerse estrictamente a lo establecido en el programa en cuanto a secuencia y métodos de trabajo, a menos que obtenga una autorización escrita del Comprador para modificar dicha secuencia y métodos.

Cabe señalar que la organización e infraestructura ofrecida por el Oferente debe ser provista y mantenerse, durante todo el período de vigencia de cada actividad.

## **PROCEDIMIENTOS DE MONTAJE**

El Proveedor deberá presentar al Comprador los Procedimientos de Montaje de los paneles solares y luminarias con 15 días calendarios anticipación al inicio de las actividades de Montaje del paneles y estructuras soporte, puntos para el control de gestión, puntos para el control técnico durante su ejecución y sobre los resultados obtenidos (aspectos, variables y parámetros a controlar con el ámbito de los valores aceptables).

## 10. CONCLUSIONES

- Se caracterizaron los tipos de sistemas aislados en Nicaragua tanto públicos como privados, gracias a datos estadísticos de boletines de instituciones estatales involucradas en estos sistemas, se mostró su entorno con fotografías de los lugares donde están ubicados, pudiendo así evidenciar su incidencia en el desarrollo energético del país, de acuerdo con lo recabado en el periodo 2009-2019.
- Se pudo cuantificar el ahorro obtenido en el periodo señalado, revisando los costos y consumo de combustible, de acuerdo al tipo de sistema aislado (público o privado), observando y estableciendo tanto el dinero gastado, como el ahorrado siempre teniendo en cuenta su evolución en el tiempo.
- Se estableció el grado de importancia de los sistemas aislados en la matriz energética, que, a pesar de ser un porcentaje bastante pequeño respecto a los demás componentes, representa un sector importante y olvidado de nuestro país, y que sin duda ha tenido un alto impacto en el nivel de vida de las familias beneficiadas.
- Se mejoró la cantidad y calidad de la información pública sobre los sistemas aislados en nuestro país, y se entra en detalles, en lo relativo a la inversión actual con miras a la modernización de los sistemas (con el uso de energía renovable), creando un nuevo tipo de sistema híbrido (solar- Termoeléctrico). Este trabajo de investigación estará disponible tanto en la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), como también en todas las dependencias estatales (INE, ENATREL, MEM, ENEL, Banco Central, etc.) para su uso y manejo por el público interesado.
- Gracias al cumplimiento de los objetivos planteados se determinó la contribución de los sistemas aislados a la matriz energética de Nicaragua en el periodo 2009-2019, lo que fue posible gracias a la búsqueda, análisis y complementación



de la información, haciendo uso de todos los medios disponibles, tanto escritos como orales (entrevistas a personal de interés). Ello permitió el poder visualizar de una mejor manera el significado que para la población y para el país como tal, están teniendo los Sistemas aislados en la vida diaria de muchos nicaragüenses.

## 11. LISTA DE REFERENCIAS

Blanco N., Salazar O. y Salazar E. (2009). *Modelo de administración de proyectos de electrificación rural en Nicaragua incluyendo la generación en sistemas aislados*. Revista científica Nexo publicada el 14 agosto 2019.

Carrión, D. y Ortiz, L.(2013). *Generación distribuida a partir de bicicletas estáticas y sistemas híbridos*. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5972823>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (CEPAL, 2007). *Informe nacional de monitoreo de la eficiencia energética de Nicaragua*. Recuperado de: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/38910-informe-nacional-monitoreo-la-eficiencia-energetica-nicaragua>

CPM Solar (2018). *¿Como funciona un sistema solar?* Recuperado de: <https://cpmsolar.com/como-funciona-un-sistema-aislado/>

Cristóbal, I (2017). *Optimización de sistemas híbridos aislados alimentados con fuentes renovables de energía*. Universidad de Zaragoza.

Diario El 19 digital, (03 agosto 2020). Recuperado de: <https://www.el19digital.com/articulos/ver/titulo:105910-gobierno-sandinista-logro-cambiar-el-panorama-de-la-generacion-electrica-y-la-electrificacion-en-nicaragua>

Empresa Nicaragüense de Electricidad (ENEL, s.f.). *Plantas generadoras aisladas*. Recuperado de <https://www.enel.gob0.ni/index.php/16-planta-generadora/plantas-generadoras/17-plantas-aisladas>

Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica (ENATREL, 2016). *Energía de calidad*. Recuperado de [http://www.enatrel.gob.ni/wp-content/uploads/2008/06/Boletín\\_92.pdf](http://www.enatrel.gob.ni/wp-content/uploads/2008/06/Boletín_92.pdf)

Instituto Nicaragüense de Energía. (INE, 2017). *Resumen de Indicadores*. Recuperado de [https://www.ine.gob.ni/DGE/estadisticas/2017/resumen\\_indicadores\\_2017\\_actnov18.pdf](https://www.ine.gob.ni/DGE/estadisticas/2017/resumen_indicadores_2017_actnov18.pdf)

Ministerio de Energía y Minas, (MEM, 2013). *Rendimientos por plantas en sistemas aislados*. Recuperado de <http://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2017/02/Anuario-Estadistico-Sector-Elctrico-2013.pdf>

Portal Nacional tn8. (2018). *Nicaragua es el segundo país en Centroamérica con mayor cobertura eléctrica*. Recuperado de: <https://www.tn8.tv/nacionales/457208-nicaragua-segundo-pais-centroame-rica-mayor-cobertura-elctrica/>

Osorio, J. (2021). *De lo global a lo local: El papel de los sistemas solares fotovoltaicos descentralizados en la transición energética sostenible*. Un análisis aplicado a Chile y la región de Aysén. Universidad austral de Chile.

Red educativa catedu, (S.F). *Sistemas aislados Vs Conectados a red*. Recuperado de: [http://e-ducativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/1000/1088/html/33\\_sistemas\\_aislados\\_vs\\_conectados\\_a\\_red.html](http://e-ducativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/1000/1088/html/33_sistemas_aislados_vs_conectados_a_red.html)

## ANEXOS

### ANEXO N° 1 - CARTA PRESENTACIÓN DE LA OFERTA

Managua (colocar fecha)

Señores

Dirección de Operación de los Sistemas Aislados (DOSA)

Los abajo firmantes ofrecemos los Servicios de( detallar aquí los servicios) de conformidad con su solicitud de Ofertas y las Especificaciones Técnicas de fecha [\_\_\_\_*indicar fecha*] y con nuestra Oferta. Presentamos por medio de la presente nuestra.

Oferta por un monto de US\$ 2, 206,974.56 (Dos Millones Novecientos Setenta y Cuatro Dólares con 56/100), con plazo de ejecución diez (10) meses.

con plazo de ejecución diez (10) meses.

Los suscritos declaramos que toda la información y afirmaciones realizadas en esta Oferta son verdaderas y que cualquier mal interpretación contenida en ella puede conducir a nuestra descalificación.

Si las negociaciones se llevan a cabo durante el período de validez de la Oferta, es decir, nos comprometemos a negociar sobre la base del personal propuesto. Esta Oferta es de carácter obligatorio para nosotros y está sujeta a las modificaciones que resulten de las negociaciones del contrato.

Nosotros aseguramos que si nuestra Oferta es aceptada, iniciaremos el servicio a partir de la entrega de la Orden de la Compra por parte del Comprador.

Entendemos que el Comprador no está obligado a aceptar ninguna de las Ofertas que reciban. Atentamente,

Firma autorizada: \_\_\_\_\_

Nombre del Representante Legal: \_\_\_\_\_

Nombre de la Empresa: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Teléfono y/o Fax: \_\_\_\_\_

Correo Electrónico: \_\_\_\_\_

## ANEXO N° 2 - TABLA PRECIOS

Posición	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Total
<b>KARAWALA-198KW</b>				
1.1	1	Instalación Fotovoltaica y Corriente Continua		
1.2	1	Instalación Eléctrica Media y Baja Tensión CA		
1.3	1	Obra Civil		
1.4	1	Monitorización e integración de Seguridad		
1.5	1	Proyecto, legalización y dirección de obra		
1.6	1	Sistema de Hibridación		
1.7	1	Transporte y gastos		
		GRAN TOTAL KARAWALA		
<b>TABASPOUNIE-297KW</b>				
1.1	1	Instalación Fotovoltaica y Corriente Continua		
1.2	1	Instalación Eléctrica Media y Baja Tensión CA		
1.3	1	Obra Civil		
1.4	1	Monitorización e integración de Seguridad		

1.5	1	Proyecto, legalización y dirección de obra		
1.6	1	Sistema de Hibridación		
1.7	1	Transporte y gastos		
		<b>GRAN TOTAL TABASPOUNIE</b>		
<b>EL AYOTE-504,90KW</b>				
1.1	1	Instalación Fotovoltaica y Corriente Continua		
1.2	1	Instalación Eléctrica Media y Baja Tensión CA		
1.3	1	Obra Civil		
1.4	1	Monitorización e integración de Seguridad		
1.5	1	Proyecto, legalización y dirección de obra		
1.6	1	Sistema de Hibridación		
1.7	1	Transporte y gastos		
		<b>GRAN TOTAL EL AYOTE</b>		
<b>LITTLE CORN ISLAND-301,03KW</b>				
1.1	1	Instalación Fotovoltaica y Corriente Continua		
1.2	1	Instalación Eléctrica Media y Baja Tensión CA		
1.3	1	Obra Civil		

1.4	1	Monitorización e integración de Seguridad		
1.5	1	Proyecto, legalización y dirección de obra		
1.6	1	Sistema de Hibridación		
1.7	1	Transporte y gastos		
		GRAN TOTAL LITTLE CORN ISLAND		
<b>TOTAL OFERTA</b>				



### **ANEXO N° 3 - DECLARACIÓN DE MANTENIMIENTO DE OFERTA**

**ESCRITURA PÚBLICA NÚMERO XXXX (XXX).- DECLARACIÓN NOTARIAL DE MANTENIMIENTO DE OFERTA PARA EL PROCESO DE CONTRATACIÓN ESPECIAL XXXX”.-** En la Ciudad de Managua, a las XXX día de XXXX de XXX del año dos mil XXX. **ANTE MI: XXXX**, Abogado y Notario Público de la República de Nicaragua, con domicilio y residencia en esta ciudad, debidamente autorizada por la **EXCELENTÍSIMA CORTE SUPREMA DE JUSTICIA** para ejercer la profesión del Notariado y cartular durante el quinquenio que finalizará el día XXX de XXX del año dos mil XXX.- Comparece el señor **XXXX**, mayor de edad, Soltero, Ingeniero Eléctrico y de este domicilio, quien se identifica mediante Cédula de Identidad Ciudadana número XXX XX XX (XXXX), documento de identidad que doy fe de tener a la vista; y que el señor xxxxx a mi juicio posee la capacidad civil y legal necesaria para obligarse y contratar y en especial para la celebración de este acto, actuando en nombre y representación de la **EMPRESA XXXX**. Doy fe de tener a la vista en este acto los documentos originales anteriormente relacionados, de igual forma doy fe que los documentos habilitantes que me presenta el XXXX, le confieren las facultades suficientes para el otorgamiento del presente acto; Habla el compareciente en el carácter en que actúa y expresa lo siguiente; **UNICA: (DECLARACIÓN NOTARIAL).**- Que por medio del presente instrumento público en nombre de su representada, declara lo siguiente: **1)** Que su representada, la **EMPRESA XXXX**, posee plena capacidad para obligarse y contraer obligaciones de conformidad a xxxxx **2)** Que su representada entiende que, de acuerdo con las condiciones establecidas por el comprador, las ofertas deberán estar respaldadas por una Declaración de Mantenimiento de Oferta. **3)** Que en tal sentido su representada garantiza que la oferta que presentará, es seria y que la mantendrá válida por un periodo de xxxxx (xxxx) días calendarios a partir de su presentación, es decir posteriores a la fecha límite para la recepción de ofertas establecido para este proceso y en general durante todo el proceso de selección, obligándose desde ya a suscribir el contrato respectivo en el evento de serle adjudicada; **4)** Que acepta automáticamente ser declarado inelegible para participar en cualquier licitación de contrato con el comprador

por un periodo de treinta (30) días calendarios, contados a partir del xxxxxx, si su representada viola las obligaciones establecidas bajo las condiciones de la oferta presentada en los casos siguientes:

**a)** Si, su representada retira la Oferta durante el período de vigencia de la misma, especificado en el Formulario de Oferta; y **b)** Si, después de haber sido notificado de la aceptación de nuestra Oferta durante el período de validez de la misma, **(i)** En caso de no firmar o rehusar a firmar el Convenio, si es requerido; o **(ii)** no suministrar o rehusar suministrar la Garantía de Cumplimiento de conformidad con las IAO. **5)** Que nombre de su representada entiende que esta Declaración de Mantenimiento de Oferta expirará, si no es seleccionado, y cuando ocurra el primero de los siguientes hechos: **(a)** si recibe una copia de su comunicación con el nombre del Oferente seleccionado; o **(b)** si han transcurrido veintiocho días después de la expiración de su Oferta. Así se expresó el compareciente, bien instruido por mí, la Notario, acerca del valor y trascendencia legales de este acto, de su objeto, de la Cláusula Única que asegura su validez y significación, así como el de las especiales que contiene y que envuelven renunciaciones y estipulaciones explícitas e implícitas. Y leída que fue por mí, la suscrita Notario, íntegramente esta Escritura al compareciente, quien la encuentra conforme, la aprueba, la ratifica y la firma junto conmigo, la Notario, que doy fe de todo lo relacionado-

## ANEXO N° 4 - AUTORIZACIÓN DEL FABRICANTE

[El Oferente solicitará al Fabricante que complete este formulario de acuerdo con las instrucciones indicadas. Esta carta de autorización deberá estar escrita en papel membrete del Fabricante y deberá estar firmado por la persona debidamente autorizada para firmar documentos que comprometan el Fabricante.]

Fecha: [indicar la fecha (día, mes y año) de resentación de la oferta] A: [indicar el nombre completo del Comprador]

### POR CUANTO

Nosotros [indicar nombre completo del Fabricante], como fabricantes oficiales de [indique el nombre de los bienes fabricados], con fábricas ubicadas en [indique la dirección completa de las fábricas] mediante el presente instrumento autorizamos a [indicar el nombre ompleto del Oferente] a presentar una oferta con el solo propósito de suministrar los siguientes Bienes de fabricación nuestra [nombre y breve descripción de los bienes], y a posteriormente negociar y firmar el Contrato.

Por este medio extendemos nuestro aval y plena garantía respecto a los bienes ofrecidos por la firma antes mencionada.

Firma:

[Indicar firma del(los) representante(s) autorizado(s) del Fabricante]

Nombre: [indicar el nombre completo del representante autorizado del Fabricante]

Cargo: [indicar cargo] Debidamente autorizado para firmar esta Autorización en nombre de: [nombre completo del Oferente]

Fechado en el día \_\_de \_\_del.



**Figura 4 Archipiélago de Solentiname**



**Figura 5 El Peñón, San Miguelito**





**Figura 6 El ojoche, San Miguelito**

## ANEXO N° 5 – CARTAS A LAS INSTITUCIONES

Managua, 18 de marzo del 2022

**Lic. Kethri Rodríguez**

Oficina de Relaciones y Acceso a la Información Pública

Ministerio de Energía y Minas

Estimado Lic. Rodríguez:

Reciba usted, un saludo de mi parte, deseando siga desempeñando sus funciones de manera exitosa para beneficio de nuestra población consultante.

Mi nombre es **Marilyn Pérez Rugama**, y actualmente laboro para **ENATREL**, en **DOSA** (Dirección Operativa de Sistemas Aislados) y acabo de graduarme de **Ing. Eléctrica**.

El motivo de la presente, es para entregar a usted, en formato digital mi trabajo de investigación sobre los Sistemas Aislados en Nicaragua y su contribución a la matriz energética en el periodo 2009-2019.

La poca información y lo importante del desarrollo de los mismos, me motivo a realizar esta tesis con miras a contribuir con información importante y que a veces no se encuentra organizada ni disponible en un solo documento sobre la realidad actual de dichos sistemas.

Espero que este esfuerzo mejore la calidad y disponibilidad de la información que hasta hoy disponible y que sirva a aquellos que necesiten conocer sobre sistemas aislados en nuestro país.

Agradezco su atención a la presente, y me es grato suscribirme

Atte.

Ing. Marilyn Perez R

Cc; archivo

Managua, 18 de marzo del 2022

**Lic. Hazel Gutiérrez**

Oficina de Relaciones y Acceso a la Información Pública

ENATREL

Estimado Lic. Gutiérrez:

Reciba usted, un saludo de mi parte, deseando siga desempeñando sus funciones de manera exitosa para beneficio de nuestra población consultante.

Mi nombre es Marilyn Pérez Rugama, y actualmente laboro para ENATREL, en DOSA (Dirección Operativa de Sistemas Aislados) y acabo de graduarme de Ing. Eléctrica.

El motivo de la presente, es para entregar a usted, en formato digital mi trabajo de investigación sobre los Sistemas Aislados en Nicaragua y su contribución a la matriz energética en el periodo 2009-2019.

La poca información y lo importante del desarrollo de los mismos, me motivo a realizar esta tesis con miras a contribuir con información importante y que a veces no se encuentra organizada ni disponible en un solo documento sobre la realidad actual de dichos sistemas.

Espero que este esfuerzo mejore la calidad y disponibilidad de la información que hasta hoy disponible y que sirva a aquellos que necesiten conocer sobre sistemas aislados en nuestro país.

Agradezco su atención a la presente, y me es grato suscribirme.

Atte.

Ing. Marilyn Perez R.

Cc; archive

Managua, 18 de marzo del 2022

**Lic. Claudia Madrigal.**

Oficina Acceso a la Información Pública  
INE

Estimado Lic. Madrigal:

Reciba usted, un saludo de mi parte, deseando siga desempeñando sus funciones de manera exitosa para beneficio de nuestra población consultante.

Mi nombre es **Marilyn Pérez Rugama**, y actualmente laboro para **ENATREL**, en **DOSA** (Dirección Operativa de Sistemas Aislados) y acabo de graduarme de **Ing. Eléctrica**.

El motivo de la presente, es para entregar a usted, en formato digital mi trabajo de investigación sobre los Sistemas Aislados en Nicaragua y su contribución a la matriz energética en el periodo 2009-2019.

La poca información y lo importante del desarrollo de los mismos, me motivo a realizar esta tesis con miras a contribuir con información importante y que a veces no se encuentra organizada ni disponible en un solo documento sobre la realidad actual de dichos sistemas.

Espero que este esfuerzo mejore la calidad y disponibilidad de la información que hasta hoy disponible y que sirva a aquellos que necesiten conocer sobre sistemas aislados en nuestro país.

Agradezco su atención a la presente, y me es grato suscribirme.

Atte.

Ing. Marilyn Perez R.

Cc; archivo



Managua, 18 de marzo del 2022

**Lic. Kethri Rodríguez**

Oficina de Relaciones y Acceso a la Información Pública

Ministerio de Energía y Minas

Estimado Lic. Rodríguez:

Reciba usted, un saludo de mi parte, deseando siga desempeñando sus funciones de manera exitosa para beneficio de nuestra población consultante.

Mi nombre es Marilyn Pérez Rugama, y actualmente laboro para ENATREL, en DOSA (Dirección Operativa de Sistemas Aislados) y acabo de graduarme de Ing. Eléctrica.

El motivo de la presente, es para entregar a usted, en formato digital mi trabajo de investigación sobre los Sistemas Aislados en Nicaragua y su contribución a la matriz energética en el periodo 2009-2019.

La poca información y lo importante del desarrollo de los mismos, me motivo a realizar esta tesis con miras a contribuir con información importante y que a veces no se encuentra organizada ni disponible en un solo documento sobre la realidad actual de dichos sistemas.

Espero que este esfuerzo mejore la calidad y disponibilidad de la información que hasta hoy disponible y que sirva a aquellos que necesiten conocer sobre sistemas aislados en nuestro país.

Agradezco su atención a la presente, y me es grato suscribirme.

Atte.

Ing. Marilyn Perez R.

Cc; archivo