



REPUBLICA DE GUINEA ECUATORIAL

**PLAN DE ACCION NACIONAL PARA EL
DESARROLLO DE LAS ENERGIAS RENOVABLES
(PANDER)**

2018-2025.



MALABO, 18 de septiembre de 2018



INDICE DE CONTENIDO

CUADRO DE SIGLAS Y ACRONIMOS	2
DEFINICIONES.....	3
1. ANTECEDENTES.....	4
2. VISION ESTRATÉGICA DEL PANDER	5
3. OBJETIVOS DEL PLAN DE ACCIÓN NACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES.	5
3.1 OBJETIVOS GENERALES	5
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
4. METAS A LOGRAR CON LA IMPLEMENTACIÓN DEL PANDER.	6
5. ORGANO COMPETENTE.	7
6. PROGRAMAS ESTRATEGICOS.	7
7. MARCO ACTUAL DEL PANDER. EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (AÑO 2013).	8
8. ASPECTOS TÉCNICOS Y TECNOLÓGICOS.....	9
8.1 Tecnología solar.....	9
8.2 Tecnología eólica.....	9
8.3 Tecnología hidráulica.	10
8.4 Tecnología para biomasa.	11
8.5 Tecnología para sistemas híbridos y generación distribuida.	11
8.6 Tecnología para generación distribuida.	12
9. ASPECTOS OPERATIVOS Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS PROYECTOS.	12
9.1. Conexión a las redes eléctricas.	12
9.2 Características técnicas de proyectos.	13
10. CARACTERIZACION DEL SECTOR ELECTRICO NACIONAL; POLITICAS Y PRINCIPALES PROGRAMAS DESARROLLADOS.	13
10.1. CARACTERIZACION DEL SECTOR ELÉCTRICO NACIONAL.	15
10.1.1 COMPOSICIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL (SEN).	15
10.1.2 Fuentes de generación de energía eléctrica.....	19
10.1.3 Demanda de carga del país, por regiones.	23
10.1.4 Cantidad de abonados.	25
10.1.5 Cantidad de viviendas existentes.	27
10.1.6 Nivel de electrificación.....	27
10.2 ESTRUCTURA INSTITUCIONAL, Y NORMATIVA QUE RIGE EL SECTOR ELÉCTRICO EN GUINEA ECUATORIAL.	28
10.2.1 Estructura Institucional del Sector Eléctrico Nacional.	28
10.2.2 Normativa Legal.	28
10.3 PROYECTOS DESARROLLADOS.....	28
10.3.1 Plan Eléctrico de la República de Guinea Ecuatorial 2025.....	28
11 PLAN DE ACCIONES NECESARIAS, PARA EL DESARROLLO DE LAS ENERGIAS RENOVABLES EN GUINEA ECUATORIAL.	30
12. OTRAS ACCIONES Y CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA, PARA LA CONSECUION DE LOS OBJETIVOS GENERALES DEL PANDER.	42
12.1 EN EL MARCO DE LA NORMATIVA EXISTENTE.....	42
13. IMPLEMENTACION DEL PLAN DE ACCION NACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LAS ENERGIAS RENOVABLES.	47
13.1 ESTRUCTURA INSTITUCIONAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PANDER.	47
13.2 COSTOS E INVERSIÓN REQUERIDA PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS.	49
13.3 MECANISMOS FINANCIEROS PARA EL DESARROLLO Y LA INCORPORACIÓN DE LAS ENERGIAS RENOVABLES.	53
13.4 COMPETITIVIDAD DE LOS RECURSOS, POR TIPOS DE FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLES.	53
13.5 ESQUEMAS DE OPERACIÓN PARA LA REMUNERACIÓN.	54
14 PROCESO DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA.	56
15 CAPACITACIÓN Y FORMACIÓN DE CAPACIDAD TÉCNICA.	57
16 SUPERVISIÓN Y MONITOREO DEL PLAN DE ACCIÓN DE ENERGIAS RENOVABLES (PANDER)...	58
17 CONCLUSIONES.....	59



CUADRO DE SIGLAS Y ACRONIMOS

AIE	Agencia Internacional de Energía
AT	Alta Tensión.
BT	Baja Tensión.
DRC	Despacho Regional de Carga.
EPANDB	Estrategia y Plan de Acción Nacional de Diversidad Biológica.
ER	Energías Renovables.
GEI	Gases de efecto invernadero
LCOE	Costos nivelados de generación o Levelized Cost of Energy .
MAGBMA	Ministerio de Agricultura, Ganadería, Bosque y Medio Ambiente.
MT	Media Tensión.
MIE	Ministerio de Industria y Energía.
ONCIGE	Oficina Nacional de Control de la Información de Guinea Ecuatorial.
PANDER	Plan de Acción Nacional para el Desarrollo de Energías Renovables.
PNDES	Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social. (Horizonte 2020).
PANA	Plan de Acción Nacional de Adaptación al Cambio Climático.
SA	Sistemas Aislados.
SEGESA	Sociedad de Electricidad de Guinea Ecuatorial Sociedad Anónima.
SEN	Sistema Eléctrico Nacional.
SERC	Sistema Eléctrico Región Continental.
SERI	Sistema Eléctrico Región Insular.
SIG	Sistema de Información Geográfica.
SFV	Sistemas Fotovoltaicos Unifamiliares



DEFINICIONES

Alta Tensión: Conjunto de niveles de tensión utilizados en las redes de transmisión masiva de electricidad mayores o iguales a 66 kV (Según Procedimiento de Operación del Sistema aprobado).

Baja Tensión: Conjunto de niveles de tensión utilizados para la distribución de energía eléctrica y cuyo límite superior permitido es generalmente igual o inferior a 1 kV.

Central Eléctrica: Instalación donde se encuentran conectados los elementos encargados de la generación de energía eléctrica.

Capacidad Disponible: Es la Potencia Activa y Potencia Reactiva que puedan utilizarse para la operación del SISTEMA.

Despacho Regional de Carga: Entidad que dirige la operación del sistema en su nivel jurisdiccional. Posee el dominio de todas las instalaciones eléctricas que lo componen, así como de sus complementos y es máximo responsable del trabajo coordinado de los elementos que componen el mismo y del personal que esta, operacionalmente bajo sus órdenes.

Generación Base del SISTEMA: Generación correspondiente a la potencia generada por Centrales Eléctricas de los tipos: térmicas, solares, con gas, hidráulicas, diésel, emplazamientos de fuel oil y de energía eólica en cualquier nivel de voltaje.

Instalaciones Eléctricas: Instalaciones donde se desarrolla un proceso eléctrico relacionado con la generación, transformación, transporte y distribución de la energía eléctrica (Centrales Eléctricas, Subestaciones y líneas).

Media Tensión: Conjunto de niveles de tensión comprendidos entre los de baja (hasta 1 kV) y alta tensión (mayores o iguales a 66 kV), dependen de circunstancias locales y su rango es mayor a 1 kV y menor de 66 kV (Según Procedimiento de Operación del Sistema aprobado).

SEGESA: Empresa subordinada al Ministerio de Industria y Energías con alcance regional en su gestión.

Sistema Eléctrico: Es el conjunto de instalaciones destinadas a la generación, transporte, distribución y comercialización de energía eléctrica en toda la región, estén o no interconectados.



1. ANTECEDENTES

El Gobierno de Guinea Ecuatorial, a través del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Bosques y Medioambiente.; y el Ministerio de Industria y Energía, junto con el Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo (PNUD) y el Fondo Mundial para el Medioambiente (GEF, por su siglas en inglés), coordinan la elaboración del Plan de Acción Nacional para el Desarrollo de las Energías Renovables, en lo sucesivo el PANDER, en consecución del acuerdo firmado mediante el Proyecto “Energía Sostenible para todos” (SE4ALL, por sus siglas en inglés).

En la elaboración del PANDER, se ha considerado: El objetivo de la Reunión de las Partes en el Acuerdo de París 2015 (*Artículo 2, párrafo 1, inciso a*)¹, de Reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, en el contexto del desarrollo sostenible(...), y para ello: (...) Mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de **2 °C** con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a **1,5 °C** con respecto a los niveles preindustriales, y (*Artículo 4, párrafo 2*)¹ (...)Las Partes procurarán adoptar medidas de **mitigación** internas con el fin de alcanzar los objetivos de esas contribuciones. los retos del Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social (PNDES, más conocido como Horizonte 2020), en el cual se identifica como uno de los pilares para lograr la diversificación de la economía nacional, el sector de la energía; los proyectos prioritarios identificados en el Plan de Acción Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PANA), donde se establece entre los seis proyectos prioritarios, en primer lugar Promover la adaptación en el sector energético a través del monitoreo de las precipitaciones y fomentar el desarrollo de otras energías sustentables para garantizar la seguridad energética; La Estrategia y Plan de Acción Nacional de Diversidad Biológica (EPANDB), que sostiene la importancia de que las industrias extractivas y de infraestructuras estén avanzando hacia enfoques de desarrollo sostenible; la Conferencia Económica Nacional, la cual dentro de sus programas establecidos, se encuentra la creación de un marco institucional apropiado para el sector energético, con especial atención a la diversificación de la producción de electricidad con referencia a fuentes de energías renovables. Además, se han tenido en cuenta, las indicaciones y recomendaciones de expertos de diferentes sectores, tanto a nivel institucional como privado, emanados de los seminarios desarrollados en las ciudades de Bata y Moka, como parte indispensable para la formulación del presente PANER.

El PANDER constituye el marco de acción para el cumplimiento del mandato que definirá la Ley de Energía y el Reglamento para el desarrollo de las energías renovables en Guinea Ecuatorial, que actualmente están en fase de revisión y aprobación. En dichos documentos, se establecen las actuaciones para incorporar en el Sistema Eléctrico Nacional, la energía eléctrica generada, a partir de fuentes de energía renovables.

El PANDER hace suyos los objetivos recogidos en el proyecto SE4ALL, que pretende la creación de un mercado para soluciones de energía renovable descentralizadas en las islas pequeñas y territorios remotos, abordando la debilidad de los marcos de oferta tecnológica, comerciales y político-institucionales del país; y afrontando las causas fundamentales de las barreras para la utilización de energías renovables (ER) en el país. Dichos objetivos se definen en cuatro vertientes principales: (1) Planificación de energías limpias y políticas para implementación y expansión; (2) demostración de tecnologías de energías limpias (hidroeléctricas); (3) demostración de tecnologías de energías limpias (solares); (4) Conocimiento y capacidad de desarrollo de energías limpias.

¹ FCCC/CP/2015/L.9, Reunión de las Partes en el Acuerdo de París, en virtud de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.



La vigencia del PANDER comprende el período desde septiembre de 2018 hasta diciembre de 2025, pudiendo ser ampliado en caso necesario. En este período, se establecen revisiones anuales, con el objeto de adecuar la planificación de los órganos rectores, con el cumplimiento de los objetivos que se definen en el PANER; así como una reevaluación y adaptación de dichos objetivos a las circunstancias de cada momento.

2. VISION ESTRATÉGICA DEL PANDER

Para el año 2025, se han alcanzado niveles de generación de energía eléctrica con fuentes renovables, que permiten el acceso al servicio básico de electricidad, y el desarrollo económico, social, y ambiental del país. Este desarrollo debe basarse fundamentalmente en la utilización de fuentes de energías renovables, la sensibilización y formación ciudadana.

La visión estratégica es, por lo tanto, mitigar el cambio climático; disminuyendo la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) por la quema de combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica, y conducir a la sociedad ecuatoguineana, a niveles más elevados de calidad de vida; mediante la planificación de una serie de medidas que conlleven una mitigación del cambio climático.

3. OBJETIVOS DEL PLAN DE ACCIÓN NACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES.

3.1 Objetivos generales

El Plan de Acción Nacional para el Desarrollo de las Energías Renovables en Guinea Ecuatorial establece los siguientes objetivos generales:

- 1. Fomentar el estudio, investigación, aprovechamiento y desarrollo integral de la generación eléctrica con fuentes renovables en el país, mediante un modelo de desarrollo energético sostenible, que asegure una contribución positiva del medio ambiente, y con significativos impactos sobre la economía y la vertebración social de los territorios.**
- 2. Reducir la dependencia de la generación eléctrica mediante combustibles fósiles, implementando proyectos de generación con fuentes renovables, logrando una mitigación del cambio climático, y aportando además un valor diferencial a la seguridad energética y a la sustentabilidad del sistema eléctrico del país.**

3.2 Objetivos específicos

Los objetivos específicos del PANDER son:

- 1. La consolidación de un marco normativo técnico, legal y financiero, que respalde a los inversores y promotores, en el sector de las energías renovables; así como la mayor divulgación de las mismas para facilitar su ejecución.**
- 2. Una participación progresiva de las energías renovables en el acceso al servicio básico de electricidad a toda la población ecuatoguineana, así como sus aplicaciones productivas para el desarrollo económico del país.**
- 3. Promover y apoyar iniciativas privadas, individuales y colectivas, en proyectos de energías renovables.**
- 4. Disminuir progresivamente, el uso de combustible fósil, para la generación de electricidad y suministro a los poblados y agencias, con el desarrollo de sistemas híbridos de generación, que utilicen una o varias fuentes de energía renovables.**



5. Consolidar la sostenibilidad del suministro de energía eléctrica en el país, proyectando la implementación de generación eléctrica con fuentes renovables hasta el año 2025.
6. Promover el despacho preferencial en el sistema eléctrico, de la generación con base a energías renovables.
7. La diversificación de la matriz energética del país, mediante la introducción de la generación de electricidad a partir de fuentes de energías renovables.
8. Promover, desde las instituciones del gobierno, programas de capacitación en materia de las energías renovables, y el fortalecimiento de las cátedras a las instituciones involucradas.
9. Fomentar y mejorar la información y formación sobre la generación de energía eléctrica, a partir de fuentes renovables.
10. Fomentar la investigación, a través de instituciones científicas, universidades y escuelas profesionales, proyectos de evaluación y aplicación para el desarrollo de energías renovables.
11. Promover el uso racional y eficiente de las energías renovables con potencial de generación de energía eléctrica, considerando sus efectos positivos respecto a la mitigación del cambio climático.

4. METAS A LOGRAR CON LA IMPLEMENTACIÓN DEL PANDER.

Las metas a alcanzar en el presente PANDER, comprenden tres áreas de acción del sector eléctrico nacional, destinadas al fortalecimiento del Sistema Eléctrico Nacional (SEN), Sistema Eléctrico Regional (SER) y de los Sistemas Aislados (SA); a lograr el acceso al servicio básico de electricidad de los hogares e infraestructura social; y al desplazamiento de combustible fósil, utilizado principalmente en los Sistemas Aislados de los poblados. Estas metas son:

- Meta 1:** Incremento progresivo de la potencia instalada en centrales consideradas renovables (hidroeléctricas, fotovoltaicas), en el Sistema Eléctrico; garantizando el desarrollo de estas fuentes de energía limpia en la matriz energética del país.
- Meta 2:** Proveer de servicio eléctrico, a las viviendas e infraestructura social de los asentamientos aislados del sistema eléctrico nacional, con el uso de fuentes de energía renovables, principalmente paneles solares.
- Meta 3:** Incorporar a los Sistema Aislados (SA) de generación eléctrica de los poblados, y agencias; sistemas híbridos de generación, que consideren al menos una fuente de energía renovable, permitiendo el desplazamiento de combustible fósil en una cantidad equivalente a esa generación.
- Meta 4:** La generación neta de energía eléctrica, garantiza como **mínimo un 55 %** de participación de fuentes de energía renovables en la matriz energética del país al año 2025, equivalente a **362.114 MW**; logrando una mitigación del cambio climático.

Consolidar esta participación de las energías renovables establecida en la **Meta 4**; requiere considerar aspectos técnicos, económicos, legales, institucionales, capacitación, investigación y desarrollo, así como la obtención de recursos económicos de diferentes fuentes de financiamiento: recursos propios del sector, del nivel central, departamental y municipal; relacionados al desplazamiento de combustible fósil y otros procedentes de la cooperación internacional para la implementación de proyectos.

El PANDER no debe contemplarse como un documento definitivo e inalterable, ya que las circunstancias van cambiando, y, a medida que las acciones en vigor van proporcionando resultados y experiencia, puede ser útil/necesario revisar el plan de manera regular.

Recuérdese que las oportunidades para conseguir el incremento en el uso de las fuentes de energía renovables, surgen con cada nuevo proyecto de desarrollo, cuya aprobación es llevada a cabo por las autoridades locales. El impacto de la pérdida de dichas oportunidades puede resultar significativo y tener repercusiones durante un largo periodo de tiempo.

5. ORGANISMO COMPETENTE.

Es importante definir, como muestra la *ilustración 1*, que el responsable directo de la implementación del PANER, es el Ministerio de Industria y Energía (MIE), Departamento Tutor en materia de energía, quien lo desarrollara a través de la Dirección de Energía. En el PANER, aparecen otras Instituciones relacionadas con acciones específicas (MAGBMA, UNGE, CICTE, ONGs, Institutos técnicos, y otros).

6. PROGRAMAS ESTRATEGICOS.

Para el cumplimiento de los objetivos antes mencionados, y alcanzar las metas planteadas al 2025, se definen cuatro programas estratégicos:

Programa 1: *Desarrollo normativo y fortalecimiento institucional; destinado al desarrollo de normas técnicas, leyes y reglamentos, así como el fortalecimiento de las diferentes instituciones involucradas en el presente PANER.*

Programa 2: *Programa Electricidad para todos; orientado al acceso a la energía eléctrica de la población rural y periurbana.*

Programa 3: *Desarrollo de la investigación, promoción y difusión; dirigido a la investigación y desarrollo de dichas fuentes, promoción y difusión de proyectos pilotos y logros concretos con la materialización de proyectos, con el uso de las energías renovables.*

Programa 4: *Generación eléctrica mediante energías renovables; destinado a la generación eléctrica para la diversificación de la matriz de generación en el sistema eléctrico nacional.*

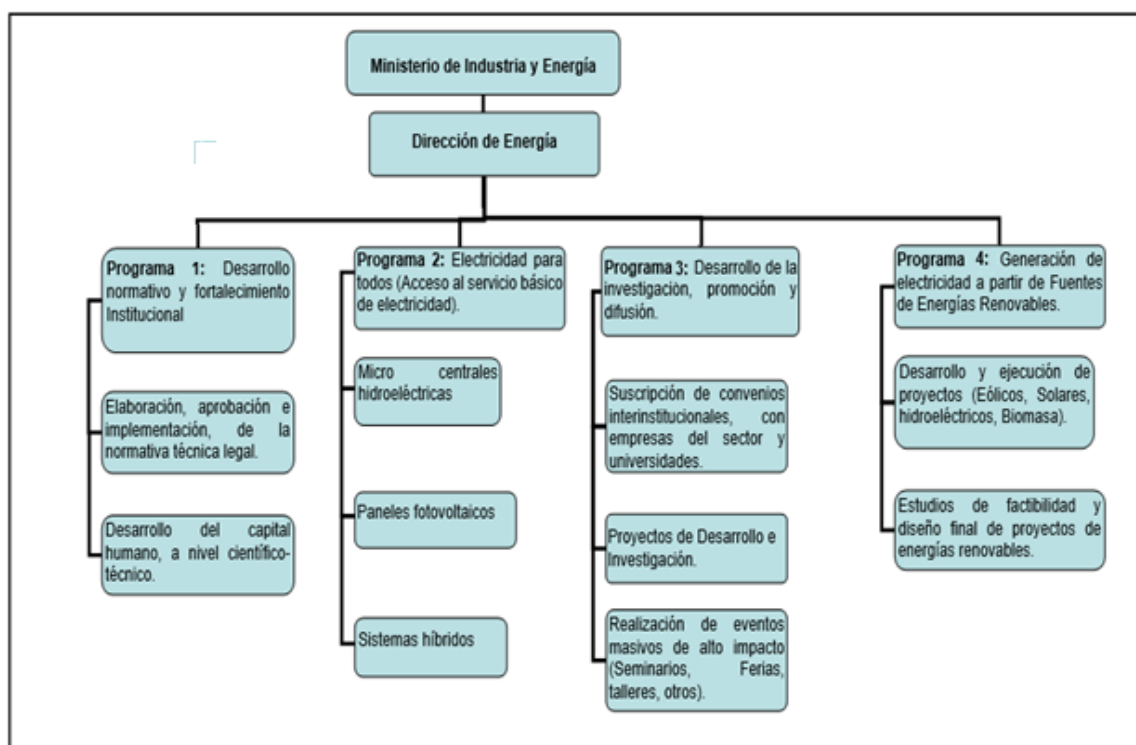


Ilustración 1: Programas estratégicos para el desarrollo de las Energías Renovables, en Guinea Ecuatorial.

7. MARCO ACTUAL DEL PANDER. EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (AÑO 2013).

Como parte imprescindible del presente PANDER, es necesario definir el marco actual de emisiones de gases de efecto invernadero, de manera que permita evaluar a largo plazo, el impacto y la efectividad de las acciones que se proponen en el presente plan. Teniendo en cuenta el inventario de gases de efecto invernadero en la República de Guinea Ecuatorial, en base al nivel de emisiones por sectores², elaborado bajo la supervisión del Ministerio de Pesca y Medio Ambiente, a través de la Dirección General de Medio Ambiente, y con la colaboración de: Grupo de Expertos de la Coordinación Nacional de Cambios Climáticos y la Asistencia Técnica Internacional. Dicho informe, fue presentado para la planificación del Inventario de Gases de Efecto Invernadero en la República de Guinea Ecuatorial. Para ello, fueron seleccionados algunos sectores en base al nivel de sus emisiones.

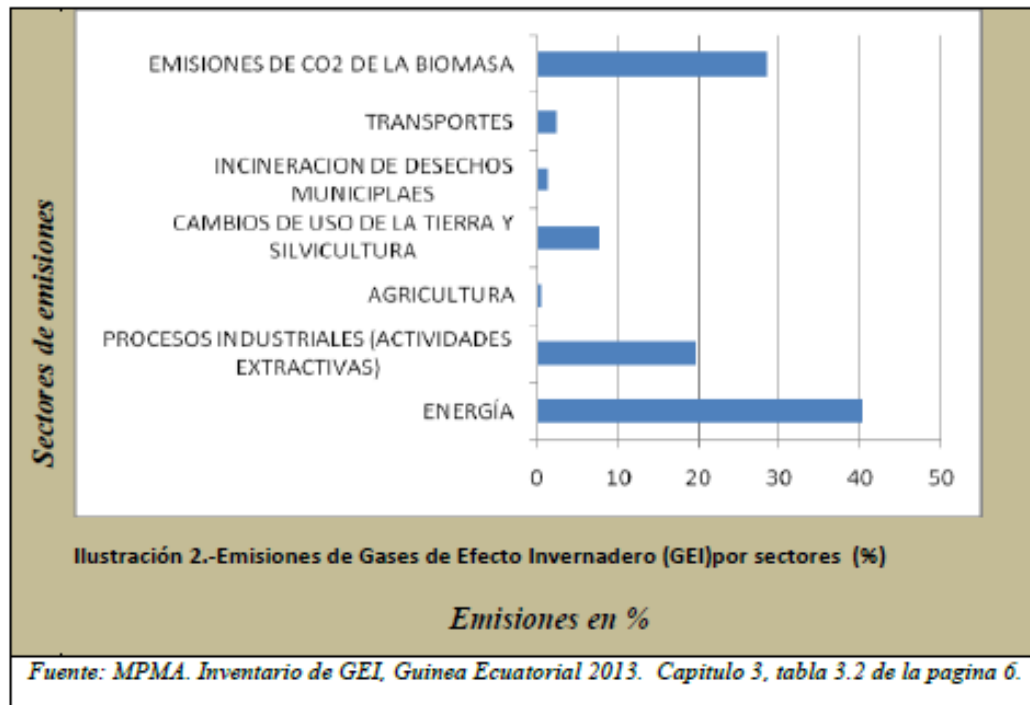


Ilustración 2: Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), por sectores.

Como se puede observar en la gráfica anterior, el sector de la energía, es quien más contribuye a la emisión de GEI, con un 40 % de participación aproximadamente, de ahí la importancia de desarrollar el presente Plan de Acción para el Desarrollo de las Energías Renovables, y transformar de esta manera la matriz de generación eléctrica del país. Con ello se lograría la disminución de gases de efecto invernadero.

² Informe sobre las Contribuciones Previstas y Determinadas a nivel Nacional, septiembre de 2015.

8. ASPECTOS TÉCNICOS Y TECNOLÓGICOS

La factibilidad técnica para la aplicación de las energías renovables en la generación de electricidad está basada principalmente en la suficiente disponibilidad y optimización permanente de las tecnologías, que por su dinámica de usos se van mejorando continuamente en el diseño de equipos, componentes y partes para obtener mayores rendimientos.

Las tecnologías aplicadas en la actualidad en el aprovechamiento de las energías renovables, son tecnologías maduras y probadas a nivel mundial, existiendo una amplia oferta de equipos para la generación de electricidad, monitoreo, control y protección de los sistemas utilizados. A modo de considerar los aspectos técnicos y tecnológicos de los sistemas y equipos de generación con energías renovables y su aplicación en la República de Guinea Ecuatorial, a continuación, se realiza un breve resumen de algunas de sus características.

8.1 Tecnología solar.

Existen tecnologías que permiten el aprovechamiento de la energía solar, que van desde sistemas fotovoltaicos (paneles solares) para sistemas unifamiliares, hasta parques de generación conectados a líneas de transmisión y redes de distribución de energía eléctrica. La innovación tecnológica en los procesos de fabricación de paneles solares, inversores y otros componentes, posibilita la tendencia a la baja en los precios de los sistemas fotovoltaicos.

El desarrollo de tecnologías fotovoltaicas y de concentración solar permite a su vez mayor accesibilidad para su utilización en pequeñas unidades o grandes centrales. Un parque o central fotovoltaica es una instalación de generación eléctrica en la que una gran cantidad de módulos fotovoltaicos interconectados entre sí, producen electricidad a partir de la radiación solar incidente en sus superficies. La electricidad producida es transportada hasta salas de control y potencia, donde es convertida a corriente alterna mediante inversores; y se eleva el nivel de tensión, mediante el uso transformadores, para posibilitar su conexión a líneas de transmisión y redes de distribución eléctricas. Las centrales termo solares transforman la energía solar en energía térmica, concentrando la radiación solar en un punto específico y calentando un fluido de trabajo que produce calor para la producción de vapor. El vapor producido acciona una turbina acoplada a un generador para obtener energía eléctrica. Existen centrales termo solares del tipo torre y del tipo de cilindros parabólicos, diferenciadas entre sí por su forma de colectar y concentrar la energía solar.



Ilustración 3: Diferentes formas de instalaciones para la generación de electricidad, con energía solar.

8.2 Tecnología eólica.

La energía eólica es la energía obtenida del viento; es decir la energía cinética (velocidad del viento) generada por efecto de las corrientes de masas de aire y que son convertidas en otras formas útiles de energía —como la energía eléctrica— a través de aerogeneradores, los cuales pueden ser instalados en tierra firme o en el mar. El número de aerogeneradores que

tiene un parque varía y depende de la superficie disponible y de características tales como la velocidad del viento, rugosidad del terreno y densidad del aire, entre otros.

La oferta tecnológica para la construcción de sistemas de generación eólica es madura, las tecnologías desarrolladas actualmente en el mundo están orientadas a lograr una mayor eficiencia de los aerogeneradores y un mejor desempeño de los sistemas de control, protección y regulación. Los avances tecnológicos permiten planificar la construcción de parques eólicos con unidades de aerogeneradores de diferentes capacidades en términos de la potencia producida por cada turbina. La potencia nominal típica de unidades aerogeneradores en nuevos proyectos aplicados en países con experiencia en esta tecnología se encuentra entre **2 y 3 MW**.



Ilustración 4: Parque de Aero-generadores en tierra.

8.3 Tecnología hidráulica.

Los principales componentes de las micro centrales hidroeléctricas son la turbina, el generador, el sistema de control, las obras civiles para la conducción de los caudales de agua que accionan la turbina y el sistema de generación eléctrico. Entre los tipos de turbina más utilizados están las turbinas Francis, Michell – Banki y las turbinas tipo hélice (axiales), determinándose en cada caso particular el empleo de un tipo de turbina específico en función de las características y condiciones físicas del aprovechamiento hidráulico. Las tecnologías empleadas para la construcción de pequeños emprendimientos en el país están completamente maduras, han sido probadas en varios proyectos, existiendo incluso producción a nivel local. En la siguiente ilustración (4), se muestra una micro central hidroeléctrica, en la que se puede observar una turbina Francis y una obra de toma.



Ilustración 5: Turbina Francis y toma de agua, de la central hidroeléctrica de Riaba.

8.4 Tecnología para biomasa.

La energía eléctrica se puede obtener a partir de la transformación de biomasa procedente de cultivos y residuos agrícolas, de biomasa forestal primaria y de residuos de las industrias agropecuarias. La tecnología aplicada para conseguir energía eléctrica depende del tipo y cantidad de biomasa disponible, así como de las características físico-químicas de las mismas. Las principales técnicas desarrolladas para la generación eléctrica con biomasa comprenden el ciclo de vapor convencional basado en la combustión directa de biomasa para la producción de vapor y el accionamiento de una turbina, la utilización de gas de síntesis procedente de la gasificación de biomasa aplicado a turbinas de gas y el empleo de motores alternativos que funcionan con gases de síntesis o biogás.

La generación en base a biomasa puede dar origen a sistemas de cogeneración, donde el vapor y los gases resultantes de la combustión de la biomasa se utilizan para generar electricidad a través de ciclos combinados, o son utilizados en procesos industriales para calefacción o refrigeración. El producto obtenido a partir de la biomasa es vapor o gas de síntesis, mismo que es aplicado a una turbina de vapor o a un sistema de turbina o motor de gas para la producción de energía eléctrica. En ambos casos es posible aplicar un sistema de cogeneración de energía eléctrica y calor.

8.5 Tecnología para sistemas híbridos y generación distribuida.

Las centrales de generación con **sistemas híbridos**, están constituidas por dos o más fuentes de energía, aplicando por lo general una combinación de energías renovables con las convencionales de generación eléctrica. La razón para desarrollar estos sistemas se debe a que en algunos casos el uso de una sola fuente de energía no puede abastecer por completo las demandas energéticas. Por otro lado, el uso de un solo tipo de combustible convencional representa un alto costo (como son los sistemas aislados de los poblados de ambas regiones), por lo que es necesario combinar la generación con fuentes renovables, o en su caso aplicar dos fuentes de energías renovables. El objetivo del sistema híbrido es utilizar al máximo las fuentes energéticas de mínimo costo, como son las energías renovables. Las tecnologías para la instalación y conexión de un sistema híbrido en el país son incipientes.



8.6 Tecnología para generación distribuida.

La Agencia Internacional de Energía (AIE), define la generación distribuida como la producción de energía en las instalaciones de los consumidores o en las instalaciones de la empresa distribuidora, suministrando energía directamente a la red de distribución, en media o baja tensión. Este tipo de generación se produce en el mismo lugar de consumo, independientemente del tipo de fuente utilizada; de esta manera, se evitan costos de transporte de electricidad y pérdidas eléctricas por transmisión.

La tecnología para generación distribuida puede aplicarse tanto en zonas rurales como en áreas urbanas: en las zonas rurales este tipo de generación resulta adecuada en pequeñas poblaciones con sistemas eléctricos de pequeña o mediana escala conectados a redes de distribución; mientras que en áreas urbanas la generación distribuida puede aplicarse a grandes consumidores de energía eléctrica para que generen parte de la energía que consumen, lo que también se conoce como generación distribuida para autoconsumo.

9. ASPECTOS OPERATIVOS Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS PROYECTOS.

Los aspectos operativos para la inclusión de proyectos de generación con energías renovables, en la matriz energética de Guinea Ecuatorial del sector eléctrico, están relacionados a la forma en la que se integran estos sistemas de generación al sistema eléctrico existente, considerando las condiciones de infraestructura, el tipo de conexión a la red y su disponibilidad de potencia (MW) y energía (MW/H). Es necesario considerar los aspectos relacionados a la generación con energías renovables y su conexión a los sistemas eléctricos al momento de realizar la planificación del sector eléctrico, a fin de optimizar la operación y sostenibilidad de estas energías.

9.1. Conexión a las redes eléctricas.

Para los proyectos con energías renovables, que inyectarán la energía generada a las redes eléctricas, en alta tensión (AT), media tensión (MT) y redes de distribución en baja tensión (BT), se tomarán en cuenta las siguientes particularidades:

1. Conexión al sistema eléctrico en alta tensión, relativa a proyectos con centrales de gran potencia, que requieren de infraestructura eléctrica como subestaciones y en su caso la construcción de nuevas extensiones de líneas de transmisión (ejemplo de ello es la Central Hidroeléctrica de DJIBLOHO). Los costos de conexión son compensados con el factor de escala producido en la central de generación.
2. Conexión al sistema eléctrico, a través de redes de distribución en media tensión, operadas por las empresas distribuidoras (SEGESA) de las regiones continental e insular, tiene la ventaja de no requerir mayores inversiones en infraestructura, dado el alcance de la cobertura de redes existentes en media tensión que permite ubicar parques de generación de potencias medias próximos a los centros de carga, mejorando el desempeño de las instalaciones eléctricas en su conjunto. Las empresas distribuidoras locales podrían crear esquemas de generación distribuida con energías renovables, conectadas a sus redes de distribución.
3. Conexión a redes de distribución en los Sistemas Aislados (SA), en Guinea Ecuatorial, estos sistemas generalmente están basados en generación térmica a diésel, ubicados fundamentalmente en las agencias de los poblados. Para este tipo de conexión, la ampliación de estos sistemas de generación con energías renovables, posibilitará conformar un sistema de generación híbrida que permitirá desplazar el consumo de combustible fósil.



9.2 Características técnicas de proyectos.

Por su parte, la generación de electricidad a partir de fuentes de energía solar y eólica, puede categorizarse en tres tipos:

Tipo 1. Los parques de generación solares y eólicos no ofrecen potencia firme debido a las intermitencias originadas principalmente por nubosidades y condiciones atmosféricas adversas que se presentan de manera repentina o en ciertas estaciones del año, por lo que requieren de respaldo mediante un sistema de generación convencional. La energía generada por estas fuentes necesariamente debe despacharse de manera preferencial en consideración a su discontinuidad. La generación en parques requiere utilizar extensiones de terreno importantes, por lo que la región continental, ofrece condiciones óptimas para proyectos solares y eólicos respectivamente.

Tipo 2. La generación distribuida para autoconsumo, utilizando energía solar puede encontrar su aplicación en los grandes consumidores de energía eléctrica de las áreas urbanas, como los edificios multifamiliares y los predios de las instituciones públicas y privadas. En el área rural las instalaciones agro productivas se acondicionan para la generación distribuida tanto con energía solar, como con eólica. Una adecuada coordinación técnica entre el distribuidor local y los usuarios que generan electricidad para autoconsumo, puede lograr que el excedente de energía de autoconsumo producido, sea inyectado a la red del distribuidor local, para lo cual es necesaria la implementación de sistemas de medición bidireccional.

Tipo 3. Los sistemas de generación eléctrica domiciliaria, a partir de energía solar en zonas rurales alejadas de las redes eléctricas, resultan ser la **alternativa más utilizada**. Estos sistemas están destinados principalmente a iluminación domiciliaria, telecomunicaciones y bombeo de agua. Asimismo, los sistemas de generación solar y eólico destinados a infraestructura social como unidades educativas, establecimientos de salud y telecentros comunitarios.

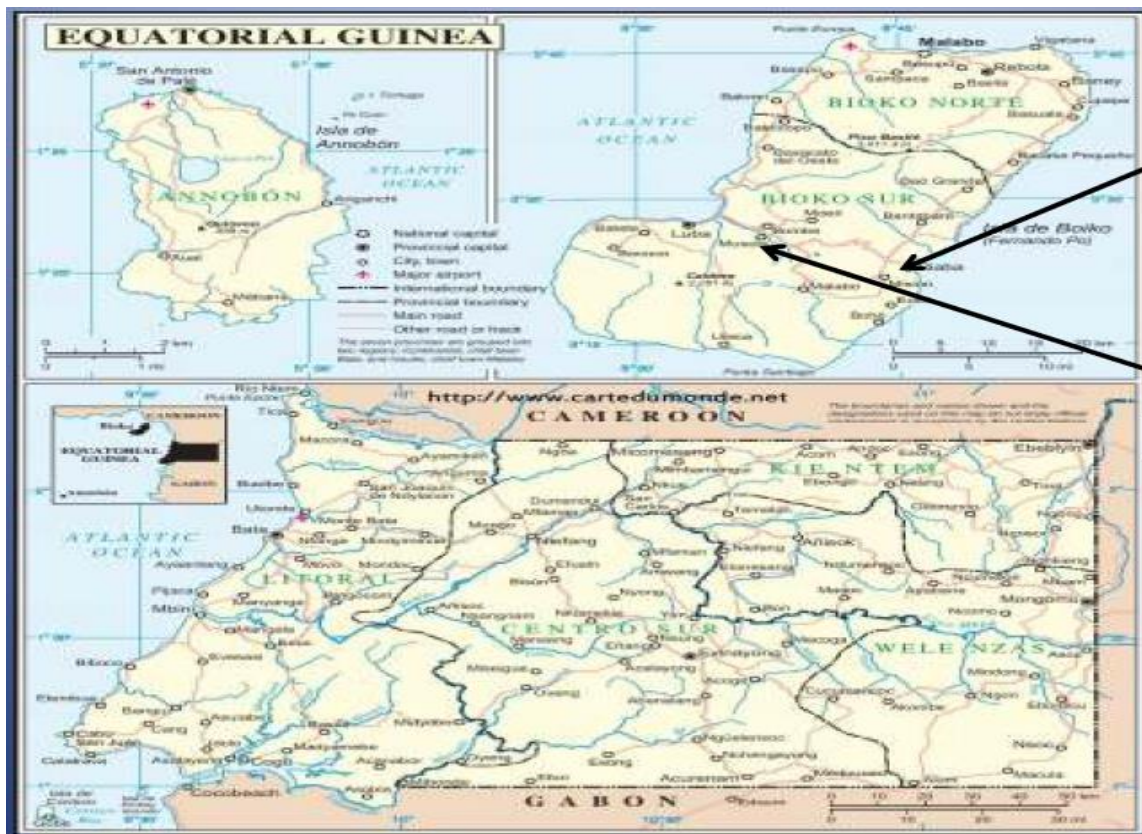
10. CARACTERIZACION DEL SECTOR ELECTRICO NACIONAL; POLITICAS Y PRINCIPALES PROGRAMAS DESARROLLADOS.

Contrariamente a la mayoría de los estados africanos, la República de Guinea Ecuatorial no está formada por un sólo bloque en el continente, sino que el país está organizado en dos regiones:

- **Región continental** (antes llamada Río Muni), con una extensión de 26000 km², limitada al norte por Camerún, al este y sur por Gabón, y al oeste por el Golfo de Guinea. Los Islotes de Corisco (15 km²) y las islas Elobeyes (Grande y Chica) forman parte de la región continental.
- **Región insular**, que comprende las islas de Bioko (2017 km²), donde está situada la capital Malabo; y Annobon (17 km²).

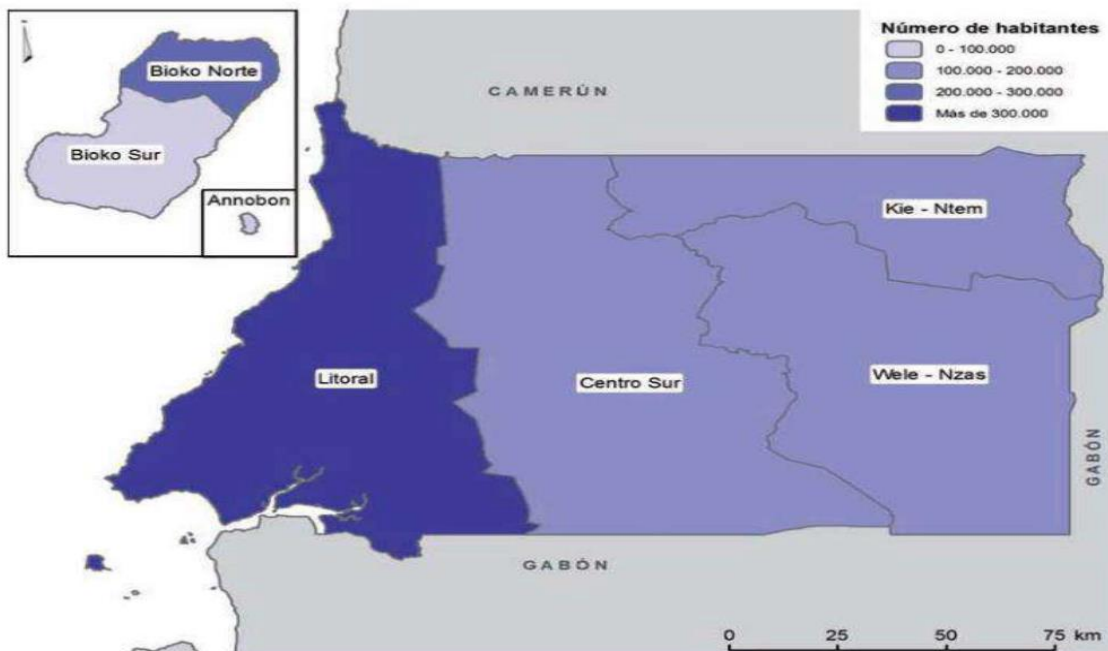
La superficie terrestre total de Guinea Ecuatorial es de 28.052,46 km². Administrativamente, el país está dividido en 7 provincias: Annobon, Bioko Norte, Bioko Sur, Centro Sur, Kie-Ntem, Litoral y Wele-Nzas.

La capital actual, Malabo, alberga las instituciones supremas de la nación y las representaciones diplomáticas, mientras que Bata (en la región continental) desempeña cada vez más el papel de capital asociada.



Mapa 1: Situación geográfica de Guinea Ecuatorial.

En cuanto a la densidad poblacional, se muestran las principales ciudades en el *mapa 2*, de Densidad Poblacional.



Fuente: IV-CGPV (2015)-MEPIP

Mapa 2: Densidad poblacional, por zonas, de la República de Guinea Ecuatorial.



10.1. CARACTERIZACION DEL SECTOR ELÉCTRICO NACIONAL.

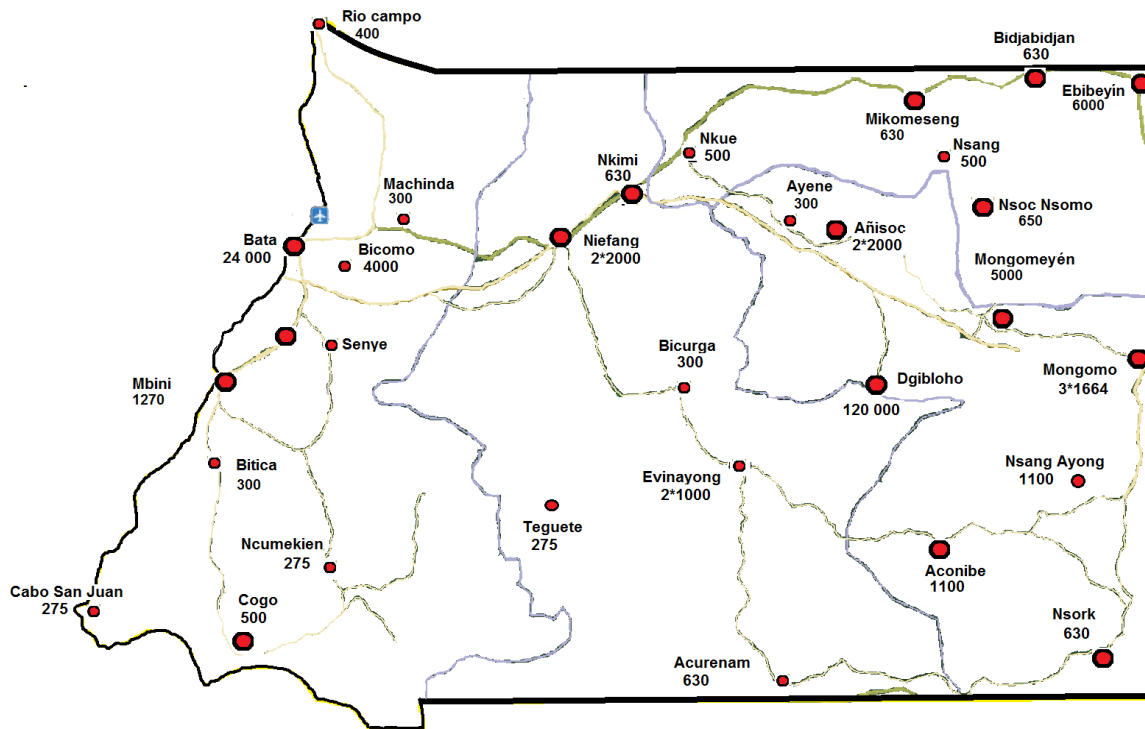
A continuación, se muestra una caracterización del Sistema Eléctrico Nacional (SEN), cuales son las principales fuentes de generación instaladas, y su participación en la matriz de generación eléctrica del país.

10.1.1 Composición del Sistema Eléctrico Nacional (SEN).

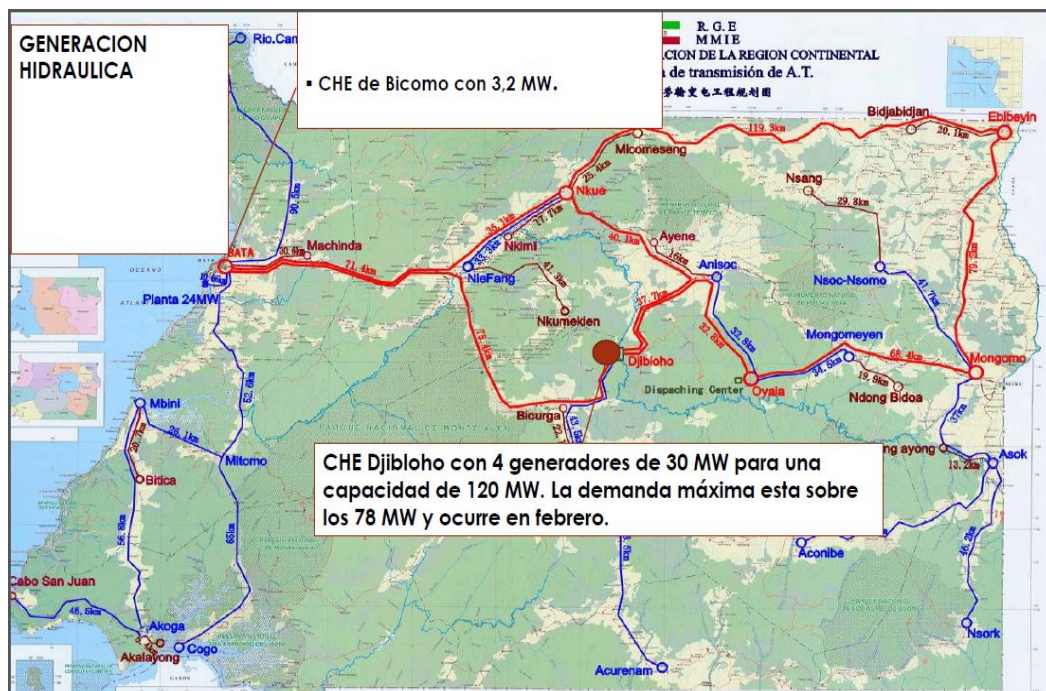
El Sistema Eléctrico Nacional (SEN) está compuesto por instalaciones generadoras de electricidad, así como por líneas de transmisión y distribución que operan en forma coordinada para atender la demanda de los diferentes consumidores. El sector eléctrico de la República de Guinea Ecuatorial, está conformado por dos sistemas, aislados entre sí:

Sistema Eléctrico Región Continental (SERC). Las principales centrales de generación, se muestran en la *Tabla 1*. Las líneas aéreas, que suministran energía por líneas de transmisión a 220 kV (Alimentadas a 110 kV), a las principales ciudades de la región Continental: Bata, Djibloho, Oyala, Mongomo, Ebibeyin y Nkue; y las líneas de 110 kV que alimentan las ciudades de: Rio Campo, Mbini, Mitomo, Kogo, Akoga, Acurenam, Aconibe, Evinayong, Mongomeyen, Añisok, NieFang, Nsok-Nsomo, Asok, Nsork, Akalayong, Cabo San Juan. Cuenta con varias centrales generadoras (*Tabla 1*), dentro de las cuales las centrales de Djibloho, Miyoman y Puerto de Bata, ocupan el mayor por ciento en su potencia instalada. Además, está formado por los Sistemas Aislados (SA), que abastecen de energía a los poblados distantes del SERC.

En los siguientes mapas, se muestra la distribución de los grupos electrógenos instalados en las agencias de la región continental, y su potencia instalada (*Mapa 3*); y el Sistema Eléctrico de la Región Continental (*Mapa 4*), compuesto por las hidroeléctricas interconectados al sistema y los Sistemas Aislados, las líneas eléctricas de transmisión en alta tensión (110 kV) y redes de distribución en media tensión.



Mapa 3: Distribucion de las agencias y capacidad instalada, Region Continental.



Mapa 4: Principales hidroeléctricas existentes en la Región Continental, y las redes de transmisión y distribución de energía, que forman el SERC (junio 2018).



Tabla 1: Potencia instalada, por central, en la Región continental.

UBICACIÓN	FABRICANTE	TIPO DE CENTRAL	POTENCIA INSTALADA (MW)	Índice de consumo (g/kwh)	ESTADO
Djibloho	Central Djibloho	Hidroeléctrica	120,000		Disponible
BATA	Bikomo	Hidroeléctrica	3,200		Disponible
BATA	San Joaquín	Térmica	2,000		Disponible
Miyoman	MTU (9 motores)	Térmica	12,200	203	Disponible
BATA	Puerto de Bata	Térmica	24,000		Disponible
Micomeseng	MTU	Térmica	0,800	208	Averiado
Añisok	CAT 3516	Térmica	1,600	200	Disponible
	CAT 3516	Térmica	1,600	200	Disponible
Mongomeyen	Cummins	Térmica	1,000	205	Disponible
	Cummins	Térmica	1,000	205	Disponible
	Cummins	Térmica	1,000	205	Disponible
	Cummins	Térmica	1,000	205	Disponible
	Cummins	Térmica	1,000	205	Disponible
Niefang	CAT 3516	Térmica	1,600	200	Disponible
	CAT 3516	Térmica	1,600	200	Disponible
Nsang-Ayong	Cummins	Térmica	1,016	205	Disponible
Acurenam	DOOSAN	Térmica	0,544	210	Disponible
Aconibe	MTU	Térmica	0,800	208	Averiado
Evinayong	Cummins	Térmica	0,800	208	Disponible
	Cummins	Térmica	0,800	208	Disponible
Ebibeyin	CAT 3516	Térmica	1,600	200	Disponible
	CAT 3516	Térmica	1,600	200	Disponible
	CAT 3516	Térmica	1,600	200	Disponible
Mongomo Esdemo	MTU	Térmica	1,331	203	Disponible
	MTU	Térmica	1,331	203	Disponible
	MTU	Térmica	1,331	203	Disponible
Mongomo Moncon	CAT 3512	Térmica	1,280	203	Averiado
	CAT 3512	Térmica	1,280	203	Averiado
	CAT 3512	Térmica	1,280	203	Disponible
	CAT 3516	Térmica	1,600	200	Disponible
	CAT 3516	Térmica	1,600	200	Disponible
Nsok Nsomo	Cummins	Térmica	0,800	208	Disponible
Nsork	PERKINS	Térmica	0,880	208	Averiado
Nkimi	VOLVO Penta	Térmica	0,504	210	Disponible
Machinda	Cummins	Térmica	0,240	217	Disponible
Bicurga	Cummins	Térmica	0,240	217	Disponible
Bitica	Cummins	Térmica	0,280	215	Disponible
Nkue	VOLVO	Térmica	0,504	210	Disponible
Ayene	Cummins	Térmica	0,400	212	Disponible
Nkumekieñ	VOLVO TAD	Térmica	0,280	215	Averiado
Mbini	Cummins	Térmica	0,280	215	Disponible
Rio Muni	PERKINS	Térmica	0,280	215	Disponible
Nsang	DEUST	Térmica	0,400	212	Disponible
Teguete	VOLVO TAD	Térmica	0,280	215	Disponible
Cabo San Juan	VOLVO	Térmica	0,280	215	Averiado
Rio Campo	MTU-CYMASA	Térmica	0,504	210	Disponible
Bidjabidjang	VOLVO-PENTA	Térmica	0,504	210	Disponible
Kogo	DOOSAN	Térmica	0,544	210	Disponible
	TOTAL		199,593		

Fuente: SEGESA Región Continental.



Sistema Eléctrico Región Insular (SERI). La principal fuente de generación de la Región Insular, es la central térmica Turbogas, como se puede observar en la *Tabla 2*. Suministra energía eléctrica por líneas de transmisión a 66 kV (subterráneas) a la ciudad de Malabo; y a los poblados del Norte y Sur de la isla de Bioko a través de las líneas de distribución a 33 kV (aéreas). La red de distribución de media tensión de la ciudad de Malabo, es predominantemente de 20 kV, alimentados desde las salidas de media tensión de las 7 subestaciones principales de Malabo, unas veces alimentadas por salidas de distintas subestaciones y otras veces alimentadas por salidas de una misma subestación.

Tabla 2: Potencia instalada, por central, en la Región Insular.

UBICACIÓN	FABRICANTE	TIPO DE CENTRAL	POTENCIA INSTALADA (MW)	Índice de consumo (g/kwh)	ESTADO
RIABA	PCHE de Riaba	Hidroeléctrica	3,800		Averiado
SEMU	Central de SEMU	Térmica	7,200		Averiado
MUSOLA	Central Musola I y II	Hidroeléctrica	0,114		Averiado
MALABO	Turbogas	Térmica (GAS)	30,000		Disponible
MALABO	Turbogas	Térmica (GAS)	126,000		Disponible
SIPOPO	Ciudad de SIPOPO	Térmica	22,000		Disponible
SIPOPO	Subestación de SIPOPO	Térmica	0,110	215	Disponible
SIPOPO Poblado	GESAN	Térmica	0,360	210	Averiado
Rebola	GESAN	Térmica	0,360	210	Averiado
Maule	PERKINS	Térmica	0,400	212	Averiado
MOERI	GESAN	Térmica	0,260	210	Disponible
Aleña	HIMOINSA	Térmica	0,060	215	Disponible
Baloeri	SDMO	Térmica	0,132	210	Disponible
Basile Bubi	HIMOINSA	Térmica	0,075	215	Disponible
Batete	CATERPILLAR	Térmica	0,224	210	Averiado
Batete	HIMOINSA	Térmica	0,320	212	Averiado
Belebú	GESAN	Térmica	0,080	210	Disponible
Musola Poblado	PERKINS	Térmica	0,160	210	Disponible
Musola Subestación	GESAN	Térmica	1,328	203	Averiado
Ureca	HIMOINSA	Térmica	0,402	215	Averiado
Baney	CUMMINS	Térmica	0,800	217	Parado
Cupapa	DEUTZ	Térmica	0,116	215	Parado
Bososo	VOLVO	Térmica	0,140	210	Averiado
Cacawal	SDMO	Térmica	0,132	215	Disponible
Cuartel Israelí	PERKINS	Térmica	0,220	212	Averiado
	PERKINS	Térmica	0,220	212	Averiado
	HIMOINSA	Térmica	0,252	215	Disponible
Cuartel SERRA	MOSA	Térmica	0,176	214	Disponible
	MOSA	Térmica	0,080	214	Disponible
Moka	PERKINS	Térmica	0,400	212	Averiado
Presidencia Casa Blanca	PERKINS	Térmica	0,304	212	Disponible
	VOLVO	Térmica	0,416	210	Disponible



Presidencia Villa Ministerial	PERKINS	Térmica	0,440	212	Averiado
Presidencia de Moka	Perkins	Térmica	0,150	212	Averiado
	HIMOINSA	Térmica	0,402	215	Disponible
	GHADAR	Térmica	0,252	215	Disponible
	GHADAR	Térmica	0,200	215	Disponible
Hotel Moka	JUBAL/PERKINS	Térmica	0,440	212	Disponible
	MEIKO POWER	Térmica	0,200	214	Averiado
Annobon	GESAN	Térmica	0,416	210	Averiado
Annobon	MTU-CYMASA	Térmica	0,895	208	Disponible
Annobon	HIMOENSA	Térmica	1,000	210	Disponible
Annobon	TAYLOR	Térmica	0,440	214	Disponible
Tope	GESAN	Térmica	0,016	212	Averiado
Total			201,492		

Fuente: SEGESA Región Insular.

10.1.2 Fuentes de generación de energía eléctrica.

Como punto de partida del “Plan de Acción para el desarrollo de las Energías Renovables” (PANDER), se tienen en cuenta todas las centrales generadoras existentes en el país, descritas en las *tablas 1 y 2* anteriores. Las mismas se clasifican por fuente de energía primaria, su ubicación, potencia instalada (MW) y su conexión al sistema eléctrico. En la *tabla 3*, se muestra un resumen de las mismas.

Tabla 3: Potencia total instalada (MW), por tipo de central (julio 2018).

Tipos de generación	Región Continental (MW)	Región Insular (MW)	Total (MW)
Diésel	76,393	41,578	117,971
Gas Natural	0	156,0	156
Hidroeléctrica	123,2	3,914	127.114
Solar	0	0	0
TOTAL	199,593	201,492	401,085

Fuente: SEGESA Región Continental e Insular (Resumen tablas 1 y 2).

Es importante señalar, que de los **117.971 MW** de potencia instalada para la generación Diésel con que cuenta el país, **50.571 MW** corresponden a grupos electrógenos que operan en sistemas aislados para abastecer las agencias en los diferentes poblados, y otros clientes privados, brindando un marco propicio para el desarrollo de sistemas híbridos de generación, con una o más fuentes de energía renovables, con grandes ventajas como se explicara más adelante.

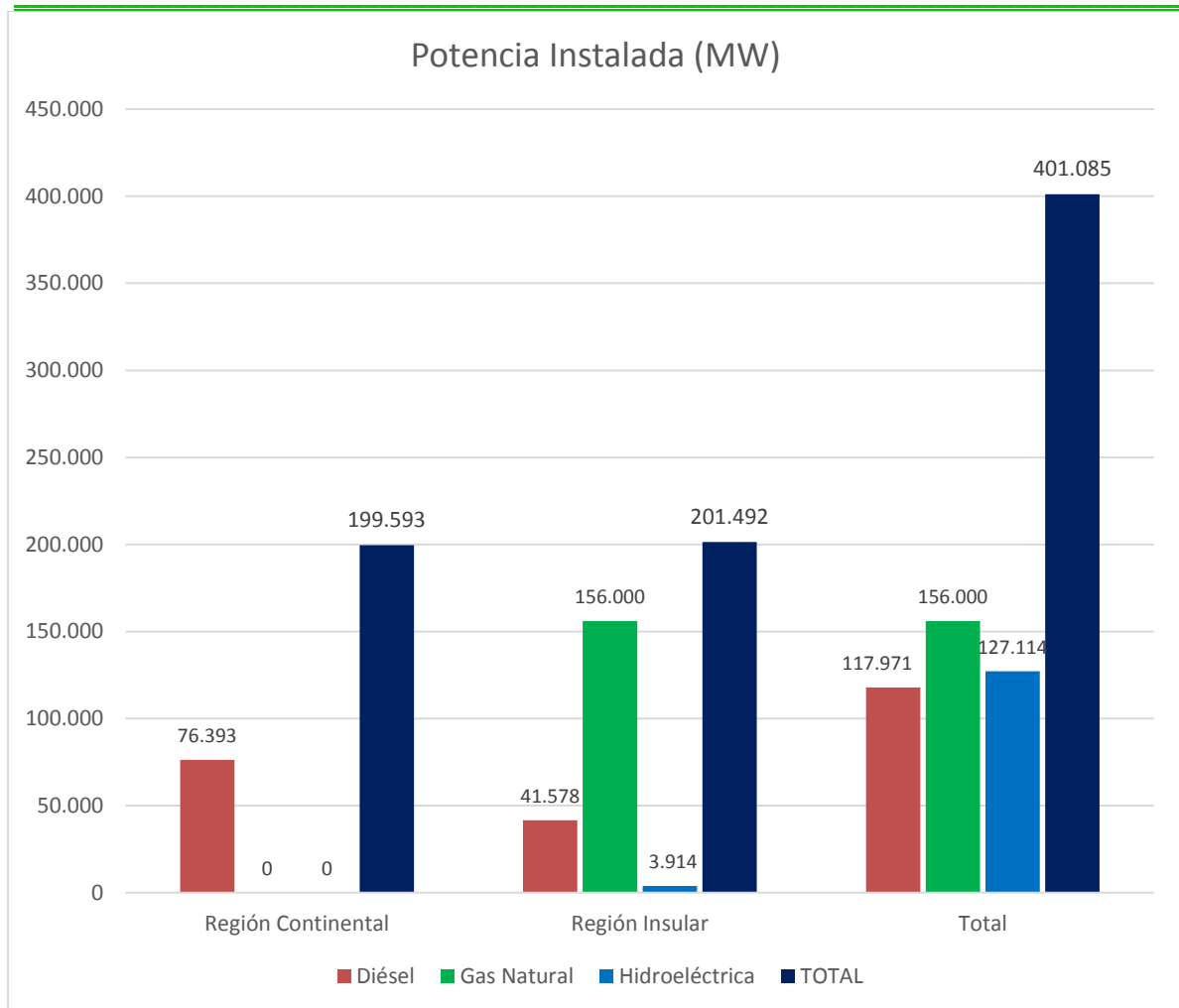


Grafico 1: Potencia instalada, por tipo de central y región.

La capacidad de generación eléctrica en el país al año 2018 alcanzó los **401.085 MW**; según muestra la [Tabla 3](#), de los cuales **127.114 MW** correspondieron a la generación a través de energías renovables (centrales hidroeléctricas); **156 MW** mediante centrales termoeléctricas a gas natural; y **117.971 MW** de potencia instalada de generación, con base a combustible diésel (sobre todo en los sistemas aislados), lo cual demuestra que la participación de las energías renovables, tiene aún un gran potencial. En los [gráficos 1, 2 y 3](#), se muestra la capacidad de generación según el tipo de fuente de energía, con su respectiva participación porcentual.

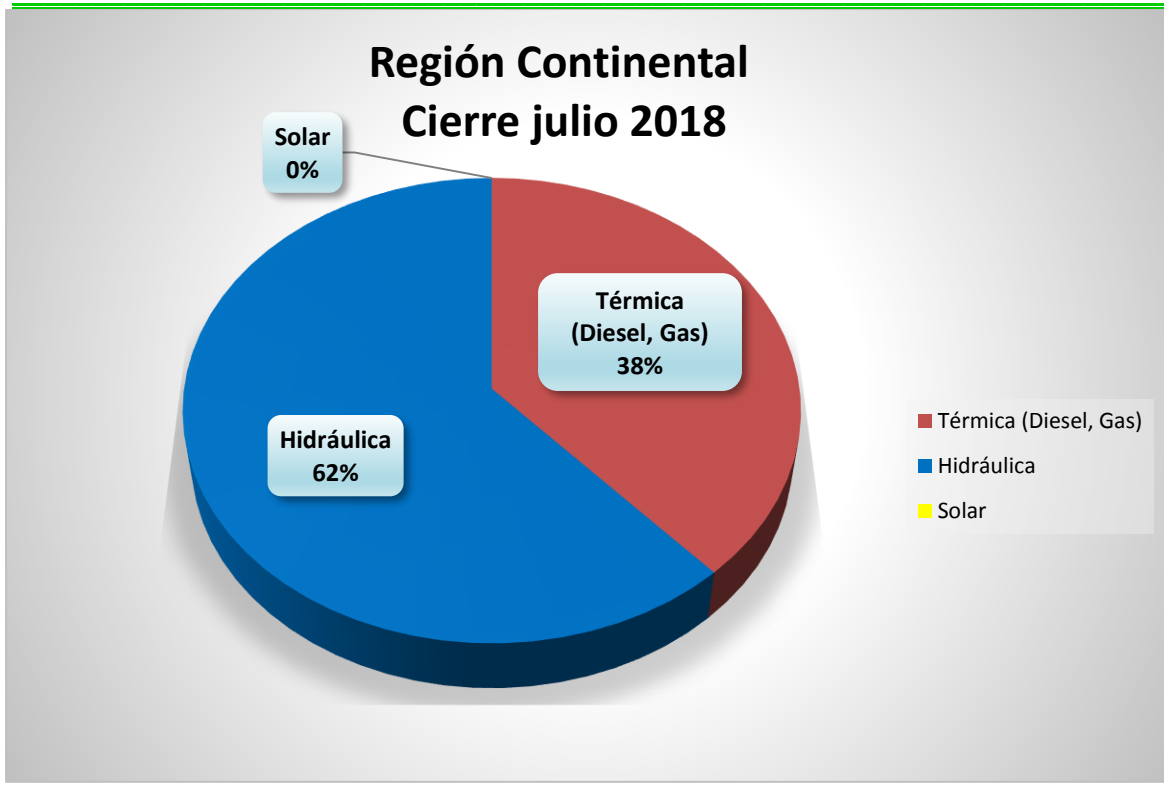


Grafico 2: Potencia instalada por fuentes de energía, Región Continental..

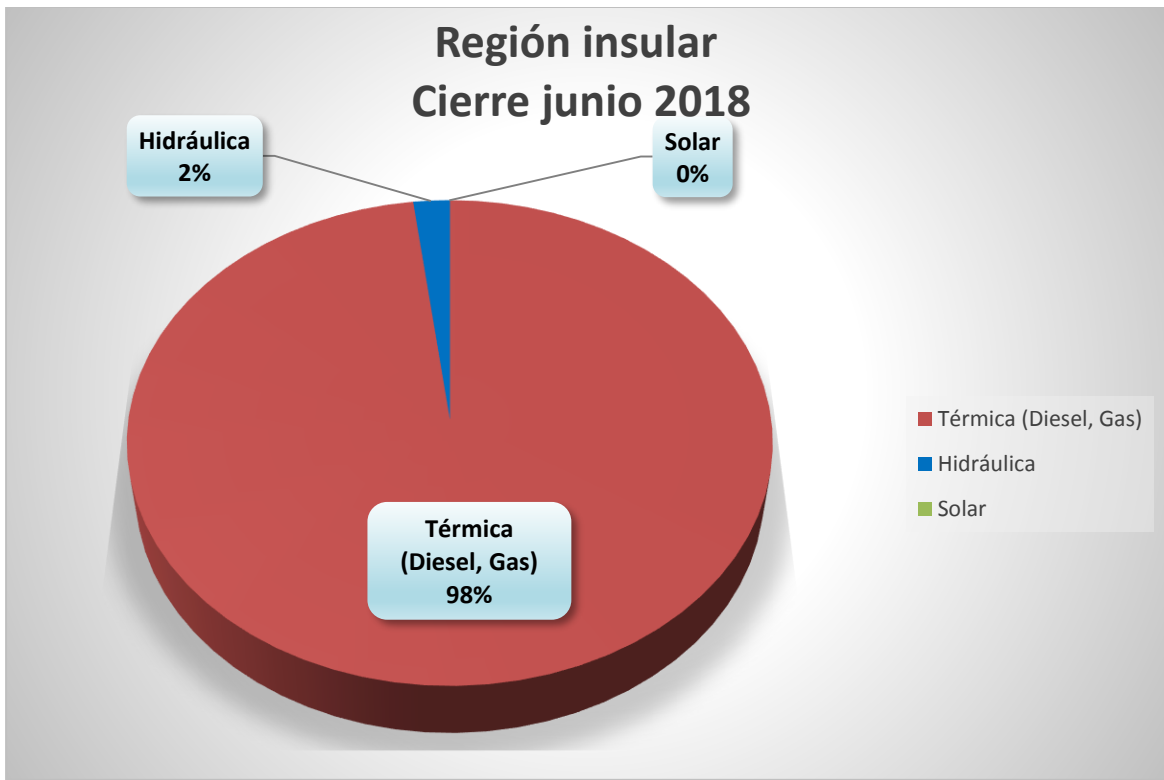


Grafico 3: Potencia instalada por fuentes de energía, Región Insular.

Como se describe más adelante, actualmente se encuentran en ejecución varios proyectos de construcción de nuevas centrales generadoras, cuyas características se muestran en la *Tabla 4*. Cabe destacar que la central de Annobon, aunque metodológicamente pertenecerá, y será operada por el SERI; estará aislada del resto de sus instalaciones, por su ubicación geográfica.

Tabla 4: Nuevas centrales generadoras en construcción en el país (junio de 2018).

CIUDAD	NOMBRE DE LA CENTRAL	TIPO	POTENCIA INSTALADA (MW)	SISTEMA ELECTRICO
REGION CONTINENTAL				
MBINI	Sendje	Hidroeléctrica	200	SERC
	TOTAL		200	
REGION INSULAR				
ANNOBON	Central de Annobon	Fotovoltaica	5	SERI
			5	

Fuente: MIE.

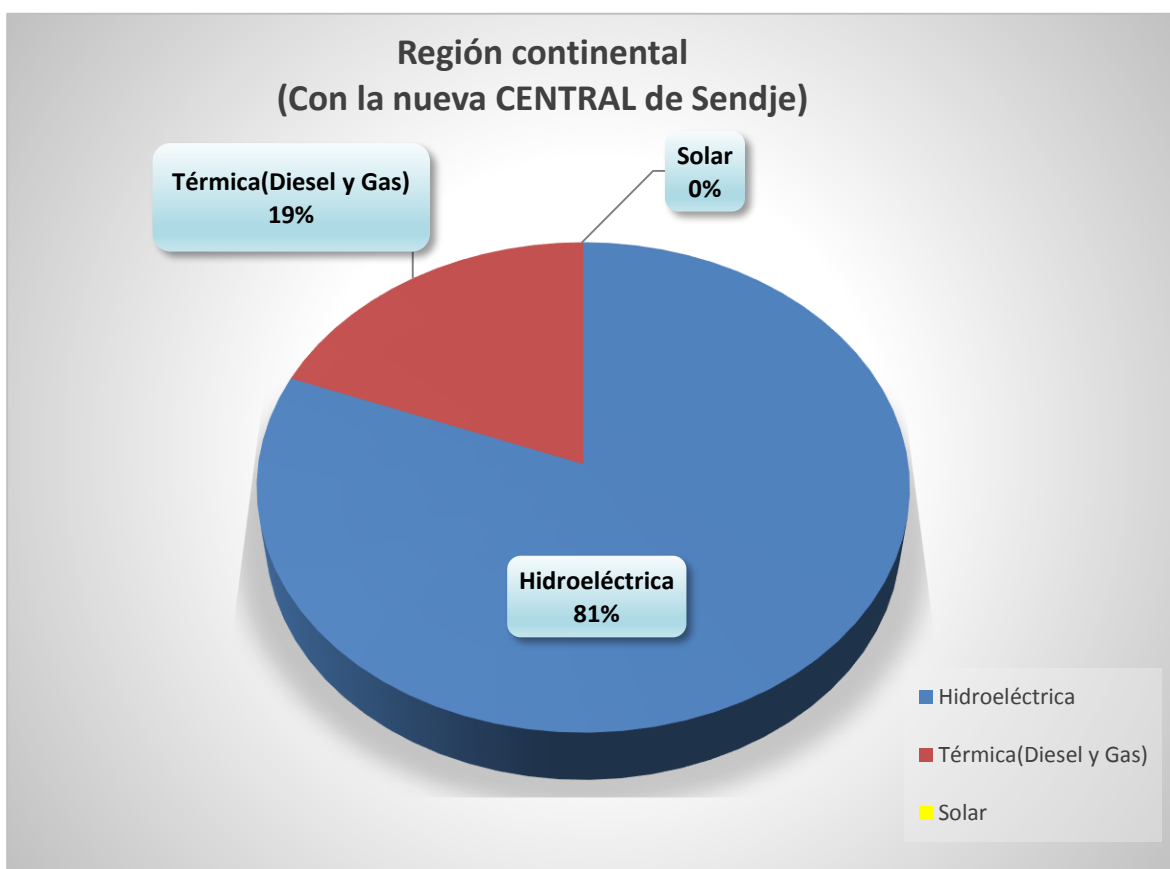


Gráfico 4: Potencia instalada con la nueva central hidroeléctrica de Sendje, Región Continental.

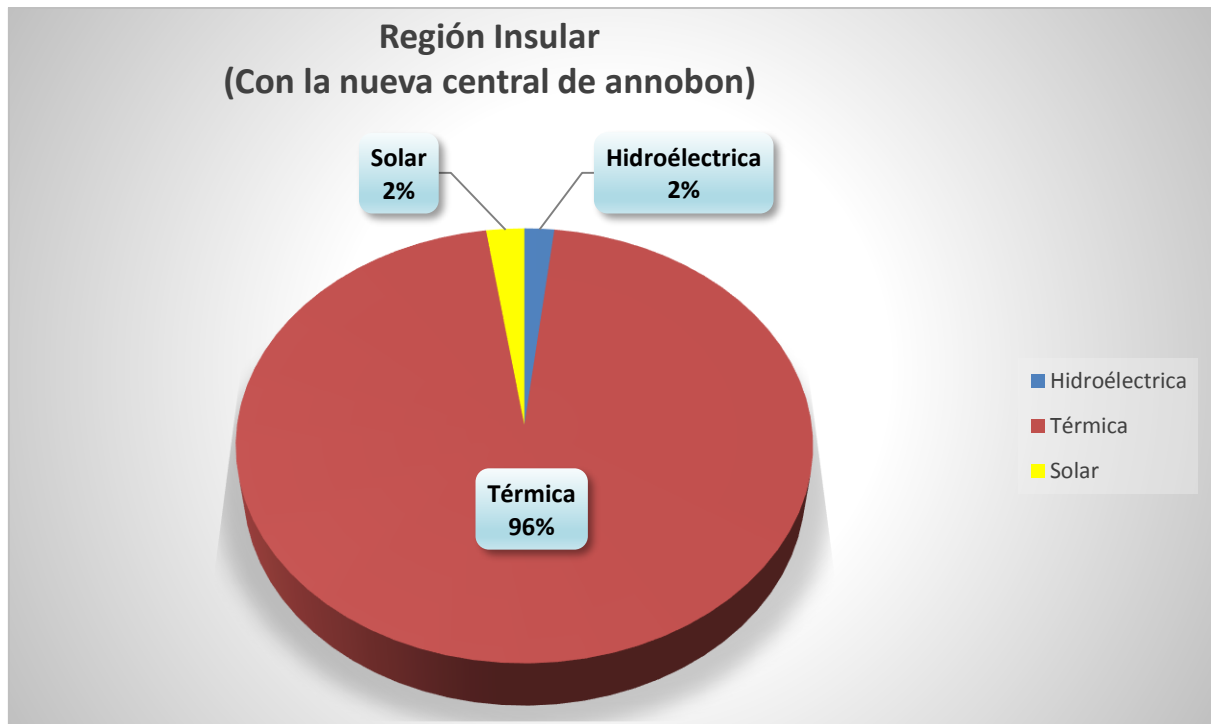


Grafico 5: Potencia Instalada, con el nuevo parque solar de Annobon. Región Insular.

10.1.3 Demanda de carga del país, por regiones.

Con el objetivo de mostrar, como parte del sistema, el comportamiento de la demanda de carga, se muestra en las tablas siguientes la demanda por mes y año, de cada una de las regiones del país.

Tabla 5: Demanda pico, periodo 2014-2018 de la región Continental del país.

MES	2014	2015	2016	2017	2018
	P (MW)	P (MW)	P (MW)	P (MW)	P (MW)
enero	52	65.23	32.5	77.64	76,48
febrero	41	58.42	26.52	78.49	78,03
marzo	45	72.71	72.23	76.64	74,32
abril	54	79.92	79.72	73.05	75,96
mayo	63	78.18	78.18	73.74	75,73
junio	61	78.65	78.65	72.98	75,94
julio	60	70.8	70.8	69.23	72.51
agosto	37	77.5	77.5	68.54	
septiembre		73.11	73.11	67.56	
octubre		74.43	74.43	71.38	
noviembre		75.54	75.54	73.74	
diciembre		77.5	77.9	77.7	
Máximo	63	79.92	79.72	78.49	78.03

Fuente: SEGESA Región Continental.

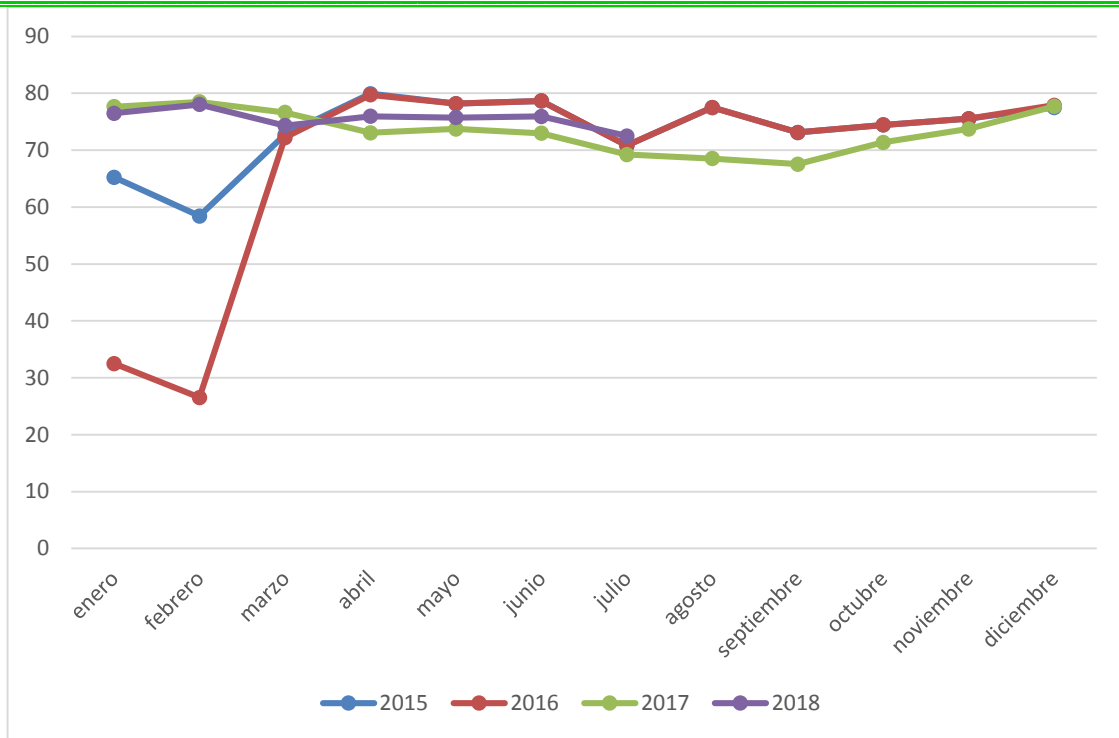


Grafico 6: Comportamiento de la demanda máxima anual, Región Continental.

Tabla 6: Demanda pico anual de potencia activa (P), de la Región Insular (central Turbogás), periodo 2010-2018.

MES	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
	P (MW)	P (MW)	P (MW)	P (MW)	P (MW)	P (MW)	P (MW)	P (MW)	P (MW)
enero	20.8	21.8	38.2	59.9	68.0	69.4	70.7	71.6	75.9
febrero	18.9	19.9	45.3	70.1	71.8	70.3	75.3	72.3	79.5
marzo	19.5	20.6	40.4	59.9	70.4	69.0	75.0	73.4	77.7
abril	19.8	19.5	42.3	64.1	70.8	69.8	74.7	75.0	76.5
mayo	20.1	22.0	44.0	64.5	69.9	70.0	74.3	73.7	77.4
junio	18.4	29.8	47.5	63.3	70.8	64.6	71.3	72.7	75.5
julio	20.4	31.6	50.1	60.5	65.2	62.6	71.8	65.4	71.1
agosto	19.6	31.1	52.3	55.6	58.9	59.4	62.6	68.2	
septiembre	19.0	33.3	54.4	62.1	61.3	61.6	65.0	65.8	
octubre	21.8	35.4	54.8	66.8	63.8	65.6	67.9	68.7	
noviembre	20.2	38.2	56.2	63.8	65.4	69.5	76.4	72.0	
diciembre	23.7	42.1	62.4	68.9	66.0	70.0	74.9	74.5	
Máximo	23.7	42.1	62.4	70.1	71.8	70.3	76.4	75.0	79.5

Fuente: SEGESA Región Insular.

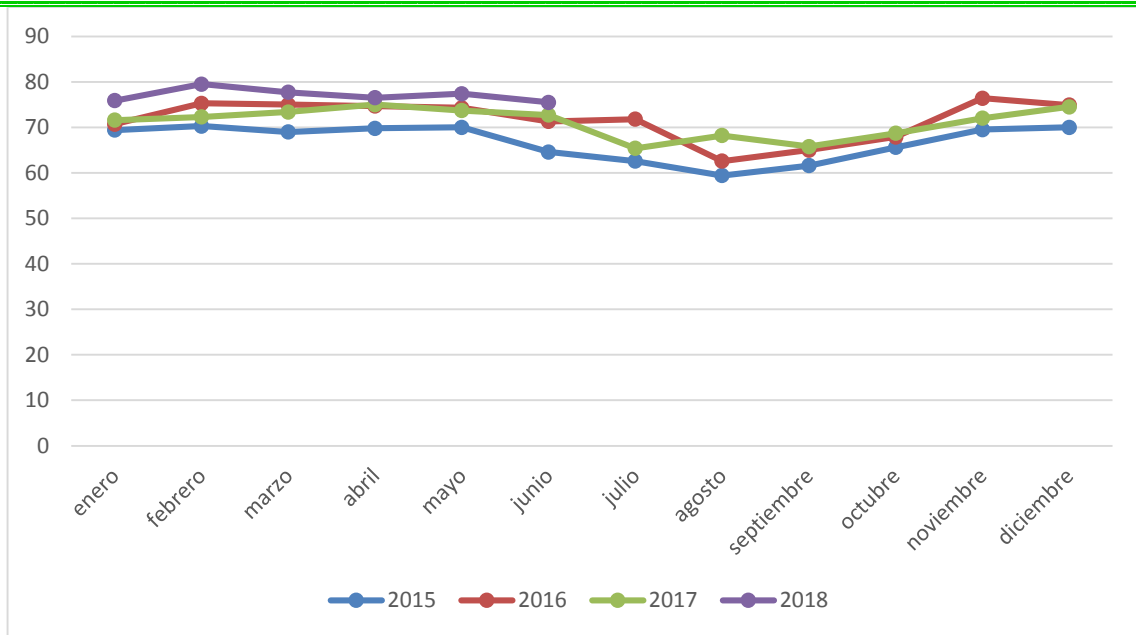


Grafico 7: Comportamiento de la demanda máxima anual, Región Insular.

Se puede concluir, en lo referente a la demanda máxima del sistema en el país, que, tanto en la Región Continental como en la Región Insular, se ubica actualmente próxima a los **80 MW**. A pesar de estar por debajo de la capacidad instalada en ambas regiones, muestra el potencial de demanda, para la implementación de fuentes de energías renovables, en pequeñas centrales o parques solares fotovoltaicos; distribuidos de manera tal, que se acerque la generación eléctrica, a los puntos de consumo final de esa energía, brindando las energías renovables, un potencial idóneo para ello.

10.1.4 Cantidad de abonados.

A continuación, y como parte del sistema eléctrico, se muestra la cantidad de abonados, según los datos proporcionados por SEGESA (Insular y Continental), por sectores de consumo y por agencias, al cierre de julio de 2018.

Tabla 6: Cantidad de abonados en base de datos, por sectores, de la Región Insular.

Sectores de consumo	Cantidad de Abonados	%
Viviendas	61.745	77.3
Empresas	8.355	10.5
Entidades Oficiales	6.143	7.7
Consumo Interno	2.148	2.7
Grandes Empresas	1.251	1.6
Instituciones Religiosas	183	0.2
Embajadas	103	0.1
Total	79.928	100

Fuente: Base de datos de SEGESA Insular, julio de 2018.

Tabla 7: Cantidad de abonados, por agencias, de la Región Insular.

Agencias	Cantidad de Abonados	%
Malabo	16.740	32.1
Lamper	12.348	23.7
Ela Nguema	6.638	12.7
Campo Yaunde	4.519	8.7
Buena Esperanza	3.385	6.5
Sampaka	2.784	5.3
Rebola	943	1.8
Luba	882	1.7
Baney	810	1.6
Annobon	800	1.5
Resto Agencias	2.318	4.5
Total	52.167	100

Fuente: SEGESA Insular.

Tabla 8: Cantidad de abonados, por sectores, de la Región Continental.

Sectores	Cantidad de Abonados	%
Viviendas	65.505	96.81
Empresas	154	0,23
Grandes Empresas	167	0,25
Instituciones Religiosas	40	0,06
Embajadas	7	0,01
Entidades Oficiales	1.791	2.65
Total	67.664	100

Fuente: Base de datos de SEGESA Continental, julio de 2018.

Tabla 9: Cantidad de abonados, por agencias, de la Región Continental.

Agencias	Cantidad de Abonados	%
EBIBEYIN	911	1,35
MICOMISENG	230	0,34
NSOK NZOMO	221	0,33
NKUE	145	0,21
BIDJABIDJAN	192	0,28
NSANG	111	0,16
MONGOMO	1.689	2,50
MONGOMEYEN	178	0,26
NZANG AYONG	111	0,16
AKONIBE	169	0,25
NSORK	170	0,25
AYENE	166	0,25
EVINAYONG	717	1,06
AKURENAM	257	0,38
TEGUETE	37	0,05
BIKURGA	169	0,25
NIEFANG	532	0,79

KOGO	261	0,39
C. SAN JUAN	62	0,09
BITICA	98	0,14
MBINI	565	0,84
MACHINDA	170	0,25
RIO CAMPO	47	0,07
BATA	60.456	89,35
Total	67.664	100

Fuente: SEGESA Continental.

10.1.5 Cantidad de viviendas existentes.

Según los datos de la cantidad de hogares existentes en el país¹, publicado por el Instituto Nacional de Estadística de Guinea Ecuatorial (INEGE), en colaboración con el Banco Mundial, el censo de viviendas al cierre de 2015, era como se muestra a continuación:

Tabla 10: Número de hogares existentes en el país.

AREA GEOGRAFICA	HOGARES		
	1994	2001	2015
REGION INSULAR	22.632	73.876	81.695
Annobon	688	1.026	1.372
Bioko Norte	18.784	68.506	71.521
Bioko Sur	3.809	4.344	8.802
REGION CONTINENTAL	51.742	84.210	180.462
Centro Sur	16.401	17.691	27.255
Kie Ntem	9.143	16.044	35.356
Litoral	15.210	37.638	79.243
Wele Nzas	11.153	12.837	38.608
TOTAL NACIONAL	72.527	158.086	262.157

Fuente: Anuario estadístico de Guinea Ecuatorial, Tabla 15, pág. 37.

10.1.6 Nivel de electrificación.

Teniendo en cuenta los datos anteriores³, la cantidad de clientes de SEGESA (Tablas 6 y 7), específicamente las viviendas; así como las viviendas censadas en el “Anuario Estadístico de Guinea Ecuatorial 2017” (Tabla 10), se determina el nivel de electrificación, por regiones y el general del país. Una de las metas que se persiguen con el desarrollo de este tipo de energía, es electrificar parte de estas viviendas que actualmente no tienen servicio eléctrico, brindando este tipo de energías, un potencial idóneo para ello.

³Anuario Estadístico de Guinea Ecuatorial 2017, publicado por el Instituto Nacional de Estadísticas (INEGE).



10.2 ESTRUCTURA INSTITUCIONAL, Y NORMATIVA QUE RIGE EL SECTOR ELÉCTRICO EN GUINEA ECUATORIAL.

10.2.1 Estructura Institucional del Sector Eléctrico Nacional.

El Sector Eléctrico Nacional, está pilotado por el Departamento Tutor de Energía a través de su Dirección General de Energía, apoyados en la implementación por la Sociedad Eléctrica de Guinea Ecuatorial S.A (SEGESA).

El **Departamento Tutor de Energía**, a través de su **Dirección General de Energía**, tiene entre sus atribuciones específicas, proponer políticas para el desarrollo de las energías renovables, coordinando con las diferentes instituciones del sector, entidades territoriales y los diversos actores sociales del país, y establecer e implementar la política Eléctrica Nacional, a través de las distintas entidades y organizaciones involucradas con el sector.

La Empresa Nacional **SEGESA**, es una entidad pública nacional de gestión autónoma dependiente del Departamento Tutor encargado de Energía eléctrica, estratégica y de carácter corporativo, que participa en toda la cadena productiva de la energía eléctrica. Se encarga de la formulación, ejecución y supervisión de los planes de expansión, de programas y proyectos de inversión y desarrollo. Además, estandariza y soporta los procesos, procedimientos y otros requisitos empresariales específicos y corporativos en la gestión de proyectos eléctricos, todo ello bajo la supervisión del Departamento Tutor de Energía.

10.2.2 Normativa Legal.

El sector de energías eléctricas Nacional, se rige actualmente por los Reglamentos Vigentes y Órdenes Ministeriales del sector ; estando en proceso de aprobación la Ley General de Energías Eléctricas, sin embargo, ante la nueva visión del Gobierno y con el compromiso de promover las fuentes de energías renovables, surge la necesidad de incorporar un marco legal para estas fuentes energéticas.

Es por ello que el Ministerio de Industria y Energía trabaja actualmente en los aspectos finales de una normativa del sector de Energías Renovables (Reglamento de aplicación de las Energías Renovables), además de la mencionada Ley General de Energías Eléctricas, que permitirá viabilizar y dinamizar el desarrollo del sector y de las energías renovables en el corto, mediano y largo plazo; estableciendo un régimen específico destinado a fomentar el aprovechamiento de energías renovables para la generación de electricidad, transporte, distribución y consumo así como incentivar su desarrollo de manera sostenible , cuidando el medio ambiente y contribuyendo al logro de los objetivos del desarrollo sostenible al 2030 con base a las dos grandes aspiraciones políticas del Gobierno, enunciadas en el Plan Nacional de desarrollo económico y social 2020 como son: electricidad para todos y Guinea Ecuatorial potencia energética; para de esta manera ofrecer a la población el acceso al suministro eléctrico; contribuir al desarrollo productivo y aportar a la diversificación de la matriz energética del sector eléctrico.

10.3 PROYECTOS DESARROLLADOS.

10.3.1 Plan Eléctrico de la República de Guinea Ecuatorial 2025.

El Plan Eléctrico de la República de Guinea Ecuatorial 2025, tiene por objetivo principal establecer los lineamientos generales para el desarrollo de la infraestructura eléctrica suficiente para satisfacer la demanda interna, logrando así el acceso de todos los ciudadanos al servicio eléctrico, impulsando el aparato productivo y la integración eléctrica nacional con la perspectiva de generar excedentes de energía para la exportación. Este documento hace un análisis técnico



económico, considerando la dinámica de crecimiento del sector eléctrico y sus proyectos estratégicos hasta el año 2025, constituyéndose así en un instrumento articulador entre los planes de desarrollo sectorial de corto, mediano y largo plazo, estableciendo aspectos técnicos y lineamientos para la planificación quinquenal de la infraestructura eléctrica.

En los últimos años el sector eléctrico del país ha experimentado una profunda transformación gracias a una fuerte inversión pública en infraestructuras eléctricas. El Programa de Electrificación Nacional es una de las prioridades del Gobierno de Guinea Ecuatorial. El gobierno de Guinea Ecuatorial priorizó la terminación a finales de 2012, de gran parte de los grandes proyectos de generación eléctrica del país.

Actualmente se concluyeron en Guinea Ecuatorial más de 20 grandes proyectos de electrificación en los ámbitos de producción, transporte, distribución y comercialización de la energía eléctrica, con una inversión total del orden de 1.700 Millones de Euros⁴. Los proyectos son:

- . Central hidroeléctrica de Djibloho de 120 MW.
- . Línea de transmisión y transformación de Djibloho.
- . Red de transmisión de 60 KV de la ciudad de Malabo.
- . Ampliación de la central Turbo-Gas a 126 MW ISO.
- . Línea de 33 KV al pico Basile y aldeas colindantes.
- . Electrificación de Sipopo.
- . Remodelación de las instalaciones eléctricas de Ebibeyin y Mongomo.
- . Adecuación de varias redes eléctricas en los distritos de la Región Continental.
- . Iluminación vial de autovía Ngolo - Puerto de Bata.
- . Baterías de grupos electrógenos de socorro y apoyo en Malabo y Bata.
- . Recuperación de las mini centrales hidroeléctricas de Riaba, Musola 1 y 2.

El desarrollo de estos proyectos permitió alcanzar una capacidad instalada que se situará por encima de la demanda nacional eléctrica.

En este sentido, el Plan Eléctrico de Guinea Ecuatorial 2025, no comprende las directrices ni las bases para la elaboración del Plan de Acción para el Desarrollo de las energías renovables en Guinea Ecuatorial 2025. La participación de las energías renovables, contribuirá de manera efectiva a la universalización del servicio básico de electricidad para todas y todos los guineanos, así como al cambio de la matriz energética nacional, realizando acciones que propicien la expansión y seguridad del sistema eléctrico, la exportación de excedentes y la reestructuración del sector. Por ello, se hace necesario la implementación de este Plan de Acción Nacional para el Desarrollo de las Energías Renovables.

En este contexto, en los últimos años se muestra un especial interés por el desarrollo de las energías renovables por parte del Estado y de su brazo operativo en el Ministerio de Industria y Energía, fundamentalmente en lo concerniente al desarrollo de proyectos de generación eléctrica, instalación de sistemas con tecnología fotovoltaica y construcción de micro centrales hidroeléctricas con la finalidad de proporcionar el acceso al servicio básico de electricidad a las poblaciones rurales; asimismo, se ha trabajado en la elaboración de documentos relacionados con la planificación de energías renovables que se constituyen en aportes importantes

⁴ *Página 11 del suplemento Las grandes posibilidades de Guinea Ecuatorial como centro de inversión, publicado por IBATIN NEW CENTURY MEDIA, julio de 2014.*



11 **PLAN DE ACCIONES NECESARIAS, PARA EL DESARROLLO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN GUINEA ECUATORIAL.**

Para alcanzar los objetivos generales del PANDER, con la consecución de las metas de alcance nacional, planteadas en el apartado 6., se proponen varias acciones, que permitirán incrementar la participación de las energías renovables en la generación de energía eléctrica para el SERC, SERI y los SA; estas acciones comprenden la implementación de proyectos, los costos e inversiones de los mismos, la adecuación de la normativa existente, los mecanismos de financiamiento, la participación de gestores y operadores; así como la investigación y desarrollo. Parten del análisis de la situación actual, las debilidades existentes, las conclusiones y recomendaciones del proceso de revisión del documento (seminarios y equipo de trabajo) y otras consultas a los órganos involucrados en la elaboración del PANER.

De igual manera, se han definido los principales planes nacionales, en lo referente a la generación de energía eléctrica y programas de desarrollo social, y según las mismas, se han definido **4** (cuatro) metas, para alcanzar los **2** (dos) objetivos generales del PANDER. Además, se definen por cada objetivo específico; las acciones a desarrollar, programa estratégico, órgano competente, participantes y tiempo estimado de consecución de dichas acciones. El tiempo de cumplimiento de las acciones, se ha estimado con los siguientes intervalos: corto (hasta el 2019), medio (hasta el 2021) y largo plazo (hasta el 2025). La mayoría de las acciones tienen previsto realizarse mediano y largo plazo, o sea, próximo al 2005, pues las acciones en este sentido son incipientes.



Tabla 7: Plan de acciones a implementar, para el desarrollo de las energías renovables.

Plan de Acción Nacional para el Desarrollo de las Energías Renovables			
Objetivos de la COP 20 ¹ , de Paris 2015. (Art. 2,párrafo 1,inciso a), pag.24/40) (Art. 4, párrafo 2, Pág. 25/40)	Reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, en el contexto del desarrollo sostenible(...), y para ello: Mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales.		
	Las Partes procurarán adoptar medidas de mitigación internas con el fin de alcanzar los objetivos de esas contribuciones.		
Objetivo del PNDES	Lograr la diversificación de la economía nacional, con el desarrollo del sector de la energía.		
Programa de la Conferencia Nacional Económica	La creación de un marco institucional apropiado para el sector energético, con especial atención a la diversificación de la producción de electricidad con referencia a fuentes de energías renovables.		
Objetivo general del PANDER	Fomentar el estudio, investigación, aprovechamiento y desarrollo integral de la generación eléctrica con fuentes renovables en el país, mediante un modelo de desarrollo energético sostenible, que asegure una contribución positiva del medio ambiente, y con significativos impactos sobre la economía y la vertebración social de los territorios.		
Meta del PANDER		Indicadores de cumplimiento	
Meta 1: Incremento progresivo de la potencia instalada en centrales consideradas renovables (hidroeléctricas, solares), en el Sistema Eléctrico; garantizando el desarrollo de estas fuentes de energía limpia en la matriz energética del país.		<ul style="list-style-type: none"> -Se incrementa el número de centrales hidroeléctricas. -Se incrementa la potencia instalada, en centrales existentes. -Se rehabilitan centrales existentes, para restituir su capacidad de diseño. 	
Objetivo específico del PANDER		Programa del PANDER	
Objetivo específico 1: La consolidación de un marco normativo técnico, legal y financiero, que respalde a los inversores y promotores, en el sector de las energías renovables; así como la mayor divulgación de las mismas para facilitar su ejecución.		Programa 1: <i>Desarrollo normativo y fortalecimiento institucional; destinado al desarrollo de normas técnicas, leyes y reglamentos, así como el fortalecimiento de las diferentes instituciones involucradas en el presente PANER.</i>	
Acciones	Responsable	Participan	Inicio-Final
1. Establecer los requisitos técnicos, económicos y operativos, para el desarrollo y operación del sistema eléctrico con fuentes de energías renovables	MIE	MIE, DIRECCION DE ENERGIA, SEGESA	2018-2019
2. Establecer un marco retributivo estable, predecible, flexible, controlable y seguro para los promotores y el sistema eléctrico.	MIE Ministerio de Economía Ministerio de Hacienda	MIE, SEGESA, ONGs, Sector Privado. Ministerio de Economía	2018-2019



		Ministerio de Hacienda	
3. Definir en el Reglamento de Aplicación de las Energías Renovables, el valor de potencia máxima generada con energía hidráulica, como límite a considerar “renovable”. (Oscila entre 10 y 40 mega watts, en dependencia del país).	MIE	MIE, SEGESA, MAGBMA	2018-2019
4. Establecer preferencias arancelarias para la importación de equipos y componentes vinculados a las energías renovables que no se fabrican en el país	MIE Ministerio de Economía Ministerio de Hacienda	MIE, ONGs, Sector Privado. Ministerio de Economía Ministerio de Hacienda	2018-2019
5. Instituir, que la generación a partir de fuentes de energías renovables, tenga prioridad en el despacho de carga en el Sistema Eléctrico Nacional	MIE	MIE, SEGRESA, ONGs, Sector Privado.	2018-2019
6. Nueva regulación para facilitar la conexión de las instalaciones de generación eléctrica con energías renovables de pequeña potencia en entornos urbanos, semi-urbanos, industriales y agrícolas, asociadas a centros de consumo interconectados con la red eléctrica, especialmente en baja tensión.	MIE	MIE, SEGESA	2018-2019
7. Creación de un fondo de recursos económicos, asignado al MIE, en función a la participación de las energías renovables en la matriz energética del sector eléctrico en Guinea Ecuatorial.	MIE Ministerio de Economía Ministerio de Hacienda	MIE Ministerio de Economía Ministerio de Hacienda	2018-2021
8. Medidas para la divulgación de proyectos, y para fomento del cambio de percepción de los clientes, mediante la difusión de las ventajas de las energías renovables, así como de los derechos y obligaciones de sus usuarios finales.	MIE	MIE, SEGESA, ONCIGE. Ministerio de Información, Prensa y Radio	2018-2019
Meta del PANDER	Indicadores de cumplimiento		
Meta 2: Proveer de servicio eléctrico, a las viviendas e infraestructura social de los asentamientos aislados del sistema eléctrico nacional, con el uso de fuentes de energía renovables, principalmente paneles solares.	<ul style="list-style-type: none"> -Se incrementa el número de viviendas e infraestructura social, electrificadas con paneles fotovoltaicas. -Se incrementa la potencia instalada, en centrales fotovoltaicas existentes. -Se desarrollan nuevas tecnologías que permiten un mayor aprovechamiento del potencial existente. 		
Objetivo específico del PANDER	Programa del PANDER		
Objetivo específico 2: Una participación progresiva de las energías renovables en el acceso al servicio básico de electricidad a toda la población ecuatoguineana, así como sus aplicaciones productivas para el desarrollo económico del país.	Programa 2. Programa Electricidad para todos; orientado al acceso a la energía eléctrica de la población rural y periurbana.		



Acciones	Responsable	Participan	Inicio-Final
9. Desarrollar proyectos tipo individuales para el acceso a la electricidad, en los hogares e infraestructura social del área rural mediante sistemas de energías renovables, como por ejemplo los sistemas fotovoltaicos.	MIE	MIE, SEGESA, ONGs, Sector Privado.	2018-2021
10. Establecer que el propietario del sistema fotovoltaico unifamiliar sea el municipio, quien vía contrato con la distribuidora estipulará claramente el alcance de los servicios que se prestarán, los montos que se cancelarán por este servicio y los plazos en los cuales se realizarán los desembolsos.	MIE	MIE, SEGESA, clientes.	2018-2019
11. Mantener actualizada anualmente, la información de poblaciones sin energía eléctrica, con la finalidad de determinar con mayor precisión la cobertura eléctrica.	MIE	MIE, SEGESA, ONCIGE, Gobiernos Provinciales	2018-2025
12. Actualizar periódicamente la información del mapa del Sistema Eléctrico Nacional, para definir las obras inducidas (líneas, subestaciones) necesarias para el enlace de estas fuentes, al sistema eléctrico.	MIE	MIE, SEGESA, ONCIGE, CICTE, UNGE	2018-2025
Objetivo específico del PANDER	Programa del PANDER		
Objetivo específico 3: Promover y apoyar iniciativas privadas; individuales y colectivas, en proyectos de energías renovables	Programa 4: <i>Generación eléctrica mediante energías renovables; destinado a la generación eléctrica para la diversificación de la matriz de generación en el sistema eléctrico nacional.</i>		
Acciones	Responsable	Participan	Inicio-Final
13. Los recursos económicos para la generación mediante energías renovables deben considerar aquellos generados por el propio sector eléctrico, los procedentes de los distintos niveles del Estado, y aquellos propios del desplazamiento de combustible fósil. Los recursos también podrían provenir del sector privado y de la cooperación internacional.	MIE	MIE, SEGESA, ONGs, Sector privado	2018-2025
14. Impulsar mecanismos de remuneración —cuando así se requieran— destinados a cubrir el monto adicional de recursos que permitan alcanzar una remuneración adecuada, con el objetivo de recuperar la inversión y garantizar la sostenibilidad de los proyectos implementados.	MIE	MIE, SEGESA, Ministerio de Economía, Ministerio de Hacienda	2018-2025



15. Favorecer las instalaciones de generación eléctrica, a partir de fuentes renovables destinadas al autoconsumo, mediante el establecimiento de los sistemas más idóneos basados en balance neto y compensación de saldos de energía.	MIE	MIE, SEGESA, ONGs, Sector privado	2018-2025
16. Análisis y actualización de los costos de inversión requeridos para los proyectos de generación eléctrica, en función a la capacidad, en términos de potencia instalada, y tipo de fuente de energía renovables.	MIE Ministerio de Economía	MIE, Comisión Nacional de Energía, Ministerio de Economía	2018-2019
Meta del PANDER	Indicadores de cumplimiento		
Meta 3: Incorporar a los Sistema Aislados (SA) de generación eléctrica de los poblados, y agencias; sistemas híbridos de generación, que consideren al menos una fuente de energía renovable, permitiendo el desplazamiento de combustible fósil en una cantidad equivalente a esa generación.	<ul style="list-style-type: none"> -Se incrementa el número de sistemas aislados, con sistemas híbridos de generación. -Se incrementa la potencia instalada, en sistemas híbridos existentes. -Se diversifica la fuente de energía renovable para la generación, instalada previamente. 		
Objetivo específico del PANDER	Programa del PANDER		
Objetivo específico 7: Disminuir progresivamente, el uso de combustible fósil, para la generación de electricidad y suministro a los poblados y agencias, con el desarrollo de sistemas híbridos de generación, que utilicen una o varias fuentes de energía renovables.	Programa 4: <i>Generación eléctrica mediante energías renovables; destinado a la generación eléctrica para la diversificación de la matriz de generación en el sistema eléctrico nacional.</i>		
Acciones	Responsable	Participan	Inicio-Final
17. Establecer para las empresas distribuidoras de energía en sistemas aislados, cuotas para el desarrollo de proyectos de generación <i>híbridos</i> , con energías renovables en sus áreas de concesión.	MIE	MIE, Comisión Nacional de Energía, ONGs, Sector privado	2018-2021
18. Mantener actualizada la información de los sistemas aislados (Tabla 1), que funcionan con combustible diésel; a través de una base de datos que permita identificar claramente todos estos sistemas, a modo de desarrollar proyectos para la instalación de sistemas híbridos en los mismos.	MIE	Dirección de Energía, SEGESA, ONCIGE	2018-2025
19. Concluir la construcción y puesta en funcionamiento de la pequeña central fotovoltaica de la isla de Annobon, con una potencia instalada de 5 MW.	MIE	Dirección de Energía, SEGESA, Sector Privado	2018-2019
Plan de Acción Nacional para el Desarrollo de las Energías Renovables			



<p>Objetivos de la COP 20¹, de Paris 2015. (Art. 2,párrafo 1,inciso a), pag.24/40) (Art. 4, párrafo 2, Pág. 25/40)</p>	<p>Reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, en el contexto del desarrollo sostenible(...), y para ello: Mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales.</p>		
<p>Objetivo del PNDES</p>	<p>Las Partes procurarán adoptar medidas de mitigación internas con el fin de alcanzar los objetivos de esas contribuciones.</p>		
<p>Objetivo del PNDES</p>	<p>Lograr la diversificación de la economía nacional, con el desarrollo del sector de la energía.</p>		
<p>Programa de la Conferencia Nacional Económica</p>	<p>La creación de un marco institucional apropiado para el sector energético, con especial atención a la diversificación de la producción de electricidad con referencia a fuentes de energías renovables.</p>		
<p>Objetivo general del PANDER</p>	<p>Reducir la dependencia de la generación eléctrica mediante combustibles fósiles, implementando proyectos de generación con fuentes renovables, logrando una mitigación del cambio climático, y aportando además un valor diferencial a la seguridad energética y a la sustentabilidad del sistema eléctrico del país.</p>		
<p>Meta del PANDER</p>		<p>Indicadores de cumplimiento</p>	
<p>Meta 4: La generación de energía eléctrica, garantiza como mínimo un 55 % de participación de fuentes de energía renovables en la matriz energética del SEN al año 2025, equivalente a 362.114 MW; logrando una mitigación del cambio climático</p>	<p>-Se logra una potencia instalada, en centrales eléctricas a partir del uso de energías renovable, igual o superior a 362.114 MW. - Existe al menos un Centro de Investigación Aplicada, operativo y funcional. - Existe al menos un convenio marco de cooperación internacional y uno de carácter nacional. - Se logra un sistema de información geográfica, con todas las fuentes de generación eléctrica, redes, potencial de recursos renovables, localización de los núcleos poblacionales.</p>		
<p>Objetivo específico del PANDER</p>		<p>Programa del PANDER</p>	
<p>Objetivo específico 8: Consolidar la sostenibilidad del suministro de energía eléctrica en el país, proyectando la implementación de generación eléctrica con fuentes renovables hasta el año 2025.</p>	<p>Programa 4: <i>Generación eléctrica mediante energías renovables; destinado a la generación eléctrica para la diversificación de la matriz de generación en el sistema eléctrico nacional.</i></p>		
<p>Acciones</p>	<p>Responsable</p>	<p>Participan</p>	<p>Inicio-Final</p>
<p>20. Identificar zonas, a través de estudios previos y estadísticas existentes, con potencial energético renovable disponible, y apto para la generación de electricidad.</p>	<p>MIE</p>	<p>MIE, Comisión Nacional de Energía, MAGBMA, INDEFOR, ONGs, Sector privado</p>	<p>2018-2021</p>
<p>21. Realizar el estudio puntual, levantamiento, caracterización y evaluación de la disponibilidad del recurso solar, eólico,</p>	<p>MIE</p>	<p>MIE, MAGBMA, INDEFOR, ONGs, Sector privado</p>	<p>2018-2021</p>



hidráulico, geotérmico y del procedente de la biomasa utilizable para ser transformado en energía eléctrica.			
22. Realización de un mapa continental e insular, de la radiación directa solar disponible.	MAGBMA	MIE, MAGBMA, INDEFOR, ONGs, Sector privado	2018-2025
23. Realizar una exploración e identificación de cuencas y ríos potencialmente aprovechables para la generación de electricidad.	MIE, MAGBMA	MIE, INDEFOR, MAGBMA, UNGE, ONGs, Sector privado	2018-2025
24. Fomentar la ejecución de estudios, y reducción del riesgo para las actividades de las fases de exploración e investigación, necesarias para la evaluación del recurso de un proyecto geotérmico.	MIE, MAGBMA	MIE, INDEFOR, MAGBMA, UNGE, ONGs, Sector privado	2018-2025
25. Efectuar trabajos de aforos, curvas de duración de caudales incluido sus modelos hidrológicos entre otros, para pequeños emprendimientos hidroeléctricos.	MIE, MAGBMA	MIE, INDEFOR, MAGBMA, UNGE, ONGs, Sector privado	2018-2025
26. Trabajar en un programa específico y continuo de prospección, identificación, estudio y clasificación del potencial hídrico, como parte una herramienta de consulta que permita desarrollar proyectos hidroeléctricos.	MIE, MAGBMA	MIE, INDEFOR, MAGBMA, UNGE, ONGs, Sector privado	2018-2025
27. Ejecución de estudios para el levantamiento y caracterización del potencial de biomasa por regiones geográficas (sujetas a las zonas de explotación maderera), rubros agroindustriales y tipos de recursos disponibles, considerando la factibilidad de emprendimientos eléctricos.	MIE, INDEFOR	MIE, INDEFOR, MAGBMA, UNGE, ONGs, Sector privado	2018-2025
28. Análisis de la factibilidad técnico-económica de proyectos presentados, considerando su ubicación respecto a los lugares de consumo de energía, transporte de la misma y, en algunos casos como la biomasa, los procesos de recolección y de análisis en laboratorio	MIE	MIE, Comisión Nacional de Energía, ONGs, Sector privado	2018-2025
29. Selección de posibles áreas de aplicación para la construcción de proyectos pilotos de generación distribuida, por cada tipo de fuente, según el potencial del país. Se identificarán los usuarios del sector privado, candidatos a ingresar en los proyectos piloto.	MIE, MAGBMA	MIE, Comisión Nacional de Energía, SEGESA, MAGBMA, ONGs, Sector privado	2018-2019
30. Desarrollar un programa nacional de montaje de torres de mediciones durante un año, a una altura estimada de 40-100m;	MIE	MKIE, Dirección de Energía, UNGE, MAGBMA, Sector Privado	2018-2021



las mismas deben incluir anemómetros, veletas, sensores, equipos para medición de temperatura y humedad (instalados por encima de los 10m), así como equipos de medición de la presión atmosférica.			
Objetivo específico del PANDER	Programa del PANDER		
Objetivo específico 9: Promover el despacho preferencial en el sistema eléctrico, de la generación con base a energías renovables.	Programa 4: <i>Generación eléctrica mediante energías renovables; destinado a la generación eléctrica para la diversificación de la matriz de generación en el sistema eléctrico nacional.</i>		
Acciones	Responsable	Participan	Inicio-Final
31. Establecer en el procedimiento de operación del sistema, la cuota de reserva de energía, despachando en primer lugar el 100% de la energía generada con fuentes renovables.	MIE	MIE, SEGESA, OPERADORES	2018-2019
32. Instalar equipos de medida de energía, del tipo bidireccional, que permitan registrar la energía entregada y el consumo propio, de los clientes con proyectos enlazados al sistema eléctrico.	MIE	MIE, SEGESA, Sector privado	2018-2025
Objetivo específico del PANDER	Programa del PANDER		
Objetivo específico 10: La diversificación de la matriz energética del país, mediante la introducción de la generación de electricidad a partir de fuentes de energías renovables.	Programa 4: <i>Generación eléctrica mediante energías renovables; destinado a la generación eléctrica para la diversificación de la matriz de generación en el sistema eléctrico nacional.</i>		
Acciones	Responsable	Participan	Inicio-Final
33. Establecer para las empresas distribuidoras que, del total de la energía entregada a sus usuarios, una fracción definida por la Dirección de Energía, debe tener origen en energías renovables.	MIE	MIE, SEGESA, Sector privado	2018-2021
34. Establecer para las empresas generadoras que, del total de la energía que entregan al sistema eléctrico, una parte definida por la Dirección de Energía, tenga origen en energías renovables.	MIE	MIE, SEGESA, OPERADORES, Sector privado	2018-2021
35. Promover el aprovechamiento hidroeléctrico de los recursos e infraestructuras hidráulicas existentes, de forma compatible con la preservación de los valores ambientales y acordes con la planificación hidrológica y energética	MIE	MIE, OPERADORES, SEGESA, Sector privado, MAGBMA, SE4ALL	2018-2025



36. Incentivar la rehabilitación, modernización y/o sustitución de instalaciones y equipos en Centrales Hidroeléctricas de potencia igual o inferior a 10 MW, con objeto de mantener y/o aumentar la capacidad de producción en instalaciones que se encuentren cerca del final de su vida útil .	MIE	MIE, OPERADORES, SEGESA, Sector privado, MAGBMA, SE4ALL	2018-2025
37. Construcción de una central hidroeléctrica en el río Ilachi, que con un salto de 200 metros, podría llegar a alcanzar una capacidad de 18 MW.	MIE	Sector privado, SEGESA, MAGBMA, SE4ALL	2018-2025
38. Rehabilitación de las centrales hidroeléctricas de Musola 1 y 2, con una potencia instalada de 0,5 MW.	MIE	Sector privado, SEGESA, MAGBMA, SE4ALL	2018-2025
Objetivo específico del PANDER	Programa del PANDER		
Objetivo específico 9: Promover, desde las instituciones del gobierno, programas de capacitación en materia de las energías renovables, y el fortalecimiento de las cátedras a las instituciones involucradas.	Programa 3: <i>Desarrollo de la investigación, promoción y difusión; dirigido a la investigación y desarrollo de dichas fuentes, promoción y difusión de proyectos pilotos y logros concretos con la materialización de proyectos, con el uso de las energías renovables.</i>		
Acciones	Responsable	Participan	Inicio-Final
39. El Ministerio de Industria y Energía, debe suscribir convenios marco de cooperación (internacional y nacional), con el objetivo de impulsar la identificación y el acceso a fuentes modernas de energía renovable, apoyar el fortalecimiento institucional de la Dirección de Energía en la capacitación, mejora de la gestión pública, y desarrollar estudios de implementación de proyectos de energías alternativas.	MIE	MIE, Comisión Nacional de Energía, PNUD, UNGE, CICTE, Ministerio de Información, Prensa y Radio	2018-2025
40. La ejecución de programas de orientación y capacitación en energías renovables de manera conjunta, entre usuarios del sector privado y las empresas distribuidoras.	MIE	MIE, SEGESA, ONGs, Sector privado	2018-2025
41. Capacitación a los técnicos locales, enfocada en procedimientos de detección de averías, mantenimiento preventivo, reposición de componentes y reparación de conexiones que puedan resultar dañadas en el tiempo.	MIE, UNGE	MIE, SEGESA, UNGE, Institutos Técnicos, Sector Privado, CICTE.	2018-2021
42. Los institutos técnicos o universidades, mediante sus programas de desconcentración, apoyarán en la capacitación de técnicos locales a modo de poder cualificar y calificarlos de	MIE, UNGE	MIE, SEGESA, UNGE, Institutos Técnicos, Sector Privado, CICTE.	2018-2021



manera sistemática, en el sistema educativo de Guinea Ecuatorial			
43. Se fortalecerá la coordinación entre el gobierno central y los gobiernos provinciales y municipales, principalmente en lo referente a programas de electrificación rural que se llevan adelante con energías renovables.	MIE	MIE, SEGESA, ONCIGE. Ministerio de Interior. Gobiernos Provinciales y Municipales	2018-2025
Objetivo específico del PANDER	Programa del PANDER		
Objetivo específico 9: Fomentar y mejorar la información y formación sobre la generación de energía eléctrica, a partir de fuentes renovables.	Programa 3: <i>Desarrollo de la investigación, promoción y difusión; dirigido a la investigación y desarrollo de dichas fuentes, promoción y difusión de proyectos pilotos y logros concretos con la materialización de proyectos, con el uso de las energías renovables.</i>		
Acciones	Responsable	Participan	Inicio-Final
44. Elaborar un Sistema de Información Geográfica (SIG), partiendo de los estudios prospectivos realizados, para un mejor aprovechamiento de estas fuentes de energías renovables, permitiendo determinar su ubicación geográfica y cuantificar su potencial, como herramienta para la aprobación de proyectos.	MIE, CICTE	MIE, CICTE, Comisión Nacional de Energía, MAGBMA, INDEFOR, ONGs, Sector privado	2018-2025
45. Desarrollar un sistema de modelamiento de las variables meteorológicas, para la producción eléctrica (pronóstico meteorológico).	MAGBMA, UNGE	MAGBMA, UNGE, INDEFOR, CICTE, MIE	2018-2021
46. Promover el uso de energías renovables y la reducción de emisiones de GEI, con el proyecto del parque fotovoltaico de ANNOBON.	MIE, UNGE	MIE, SEGESA, UNGE, Ministerio de Información, Prensa y Radio	2018-2021
47. Utilizar el proyecto del parque fotovoltaico de ANNOBON, como plataforma de investigación y transferencia de tecnología hacia estudiantes de las distintas carreras de ingeniería de la UNGE, relacionadas con las energías renovables.	MIE, CICTE	MIE, SEGESA, CICTE, UNGE, Sector privado	2018-2021
48. Desarrollar acciones de capacitación y formación de personal especializado, vinculado al desarrollo y explotación de proyectos con el uso de energías renovables.	MIE, UNGE	MIE, ONGs, SEGESA, UNGE, Ministerio de Información, Prensa y Radio	2018-2025
Objetivo específico del PANDER	Programa del PANDER		
Objetivo específico 10: Fomentar la investigación, a través de instituciones científicas, universidades y escuelas	Programa 3: <i>Desarrollo de la investigación, promoción y difusión; dirigido a la investigación y desarrollo de dichas fuentes, promoción y difusión de proyectos</i>		



profesionales, proyectos de evaluación y aplicación para el desarrollo de energías renovables.	<i>pilotos y logros concretos con la materialización de proyectos, con el uso de las energías renovables.</i>		
Acciones	Responsable	Participan	Inicio-Final
49. Apoyar la investigación y desarrollo de las energías renovables, mediante la creación de Centros de Investigación Aplicada, que desarrollen principalmente actividades de investigación aplicada, y transferencia tecnológica en universidades e institutos técnicos, facilitando la obtención de conocimiento y el intercambio de información con instituciones de investigación y capacitación internacionales.	MIE,UNGE, CICTE	MIE, Comisión Nacional de Energía, CICTE, UNGE	2018-2025
50. Los trabajos de investigación que se desarrollen en los Centros de Investigación, deben lograr soluciones a problemas concretos del sector de energías renovables y, esencialmente, “generar conocimiento” sensible de ser impartido y difundido en instituciones de formación y capacitación del país.	MIE,UNGE, CICTE	MIE, UNGE, CICTE, Centros de formación técnica	2018-2025
51. Implementar investigaciones y desarrollo tecnológico, en tecnologías de turbinas flotantes de río, para pequeños Sistemas Aislados para instalación en los ríos con muy baja pendiente y con algún material de arrastre, que cuenten con poblaciones en las riberas.	MIE, UNGE	MIE, CICTE, MAGBMA,UNGE	2018-2021
52. Realizar estudios de utilización de residuos sólidos urbanos para la generación de electricidad, ya sea mediante el empleo de biogás o a través de combustión directa, debido a la existencia de gran potencial en las ciudades con grandes botaderos de basura (Malabo y Bata).	MIE, UNGE	MIE, CICTE, MAGBMA,UNGE, ONGs, Sector privado	2018-2021
53. Evaluación del rendimiento de los residuos madereros por explotación de bosques y residuos agroindustriales.	MIE, UNGE	MIE, INDEFOR, CICTE, UNGE.	2018-2021
54. Desarrollar aspectos de optimización en la construcción de obras civiles para micro centrales hidroeléctricas.	MIE, Ministerio de Obras Publicas	MIE, CICTE, UNGE, Ministerio de Obras Públicas, Sector Privado	2018-2021
55. Desarrollar tecnologías para la regulación adecuada de pequeños sistemas hídricos con miras a conectarlos a las redes de baja tensión, cuando estas estén disponibles.	MIE, CICTE	MIE, SEGESA, CICTE, UNGE, ONGs, Sector privado	2018-2021
Objetivo específico del PANDER	Programa del PANDER		



<p>1. Objetivo específico 11: Promover el uso racional y eficiente de las energías renovables con potencial de generación de energía eléctrica, considerando sus efectos positivos respecto a la mitigación del cambio climático.</p>	<p>Programa 4: <i>Generación eléctrica mediante energías renovables; destinado a la generación eléctrica para la diversificación de la matriz de generación en el sistema eléctrico nacional.</i></p>		
Acciones	Responsable	Participan	Inicio-Final
<p>56. Someter todos los proyectos que se presenten, luego de su estudio de pre factibilidad y fiabilidad; a consultas del órgano rector en materia medioambiental (MAGBMA), el cual emite un informe de impacto ambiental, o una certificación del cumplimiento de la normativa vigente, en dependencia de la magnitud y tipo de proyecto.</p>	MIE	MIE, Comisión Nacional de Energía, MAGBMA, INDEFOR, ONGs, Sector privado	2018-2025
<p>57. Establecer, como requisito indispensable para la aprobación de proyectos, la evaluación positiva de la consulta medioambiental. El resultado de la Declaración de Impacto Ambiental, o la Autorización Ambiental, es concluyente.</p>	MIE, MAGBMA	MIE, MAGBMA, INDEFOR, ONGs, Sector privado	2018-2019
<p>58. Crear un programa de comunicación, para el fomento del cambio de percepción de los usuarios finales, mediante la difusión de las ventajas de la utilización de fuentes de energías renovables, así como de los derechos y obligaciones de sus usuarios, para que toda la población en general sea participe del PANDER.</p>	MIE	MIE, Ministerio de Información, Prensa y Radio, Sector Privado	2018-2025
<p>59. Desarrollar un proceso de participación ciudadana, para garantizar la sostenibilidad y el éxito de los procesos de planificación estratégica.</p>	MIE, Ayuntamientos	MIE, Ministerio de Información, Prensa y Radio, Sector Privado, Ayuntamientos, Ministerio de Interior	2018-2019
<p>60. Lograr una comunicación fluida, entre las comunidades y destinatarios finales de los proyectos de generación implementados, con los propietarios de las instalaciones.</p>	Ayuntamientos	MIE, Ministerio de Información, Prensa y Radio, Sector Privado, Ayuntamientos, Ministerio de Interior	2018-2025



12. OTRAS ACCIONES Y CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA, PARA LA CONSECUICION DE LOS OBJETIVOS GENERALES DEL PANDER.

12.1 En el marco de la normativa existente.

Dadas las características propias de las energías renovables, afectadas por factores naturales (intermitencia y estacionalidades); y viendo la necesidad de mitigar la emisión de gases de efecto invernadero por la producción de la energía eléctrica con fuentes convencionales de energía; se considera necesario elaborar un nuevo marco normativo, relacionado con el desarrollo de las energías renovables o realizar adecuaciones en las normas vigentes. En este sentido, como se mencionó anteriormente en el punto 10.2.2, el Departamento Tutor está trabajando en la elaboración y aprobación de una Ley General de Energías Eléctricas, y la inclusión del Reglamento de aplicación de las energías renovables. Estas dos normas vendrían a establecer un marco jurídico sólido, el cual definirá los derechos y obligaciones de todas las entidades, así como las partes que se involucren o se vean afectados por las actividades de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica en el territorio de la República de Guinea Ecuatorial, a partir del aprovechamiento de fuentes de energías renovables.

12.2 Estudio del Potencial de Fuentes de Energías Renovables.

El aprovechamiento de los recursos renovables en Guinea Ecuatorial para la generación eléctrica, debe de seguir los mismos principios que lo establecido para la prestación del servicio público de energía eléctrica: eficiencia económica, externalidades ambientales y seguridad energética.

Para lograr esto, se deben de contemplar cinco factores clave, que responden a preguntas específicas a la hora de planear una matriz de generación a largo plazo:

1. **Recurso disponible** - ¿Qué recursos renovables hay en Guinea Ecuatorial? ¿dónde? y ¿en qué cantidad?
2. **Competitividad del recurso** - ¿Cuáles son sus costos actuales y futuros de generación? ¿Son competitivos en comparación a las tecnologías convencionales existentes?
3. **Seguridad Energética y Externalidades** - ¿Cómo impactan a la estabilidad, calidad y sustentabilidad del sistema?
4. **Beneficios macroeconómicos y medioambientales** - ¿Cuál es su impacto en la economía, en el empleo? ¿y en balanza energética y emisiones de CO₂?
5. **Rol en el sistema según modalidad de contrato** - ¿Cuál es su papel en el sistema? y ¿Bajo qué modalidad de contrato se deberían desarrollar?

Una vez analizados estos factores y respondidas dichas preguntas, los responsables del Ministerio de Industria y Energía, para el diseño y planeación del Sistema Eléctrico Nacional para los próximos años, pueden fijar objetivos claros, así como establecer acciones para su cumplimiento. Se debe trabajar de conjunto con la Dirección de Energía, y la Comisión Nacional de Energía, como lo establece la estructura de implementación planteada.

12.2.1 Potencial Solar.

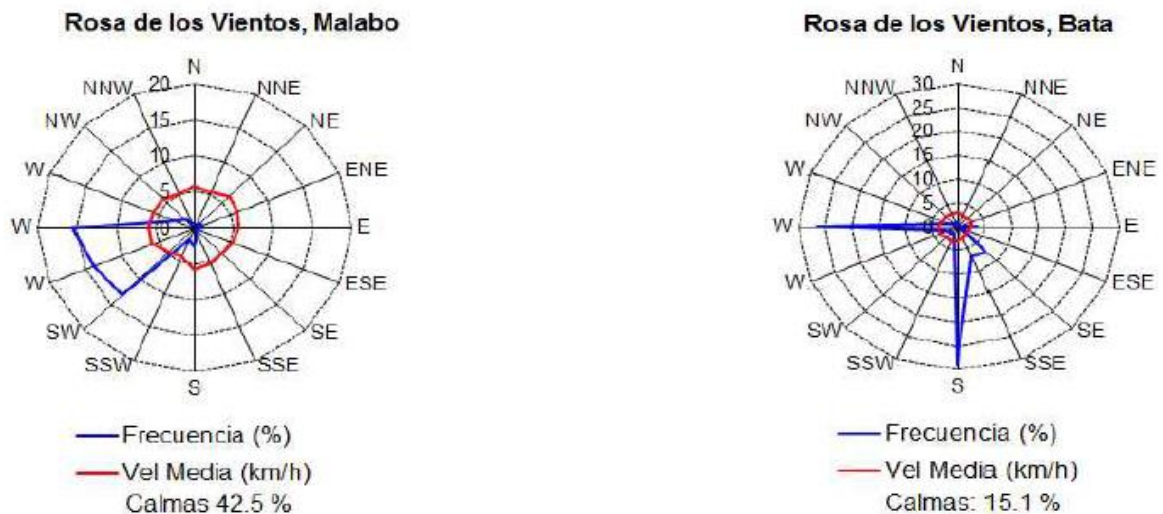
El potencial solar en general en Guinea Ecuatorial es privilegiado, dada la ubicación geográfica del país, posibilitando el desarrollo de proyectos de generación eléctrica con sistemas fotovoltaicos o de concentración solar en prácticamente todo el territorio nacional. Los niveles de radiación solar del país varían en las diferentes zonas geográficas, resultando la región

continental la de mayor incidencia de radiación solar, lo que hace de esta zona un sitio óptimo para la instalación de estos sistemas de generación de energía eléctrica.

En razón a la abundancia del recurso solar en el país, y la dispersión de las zonas pobladas, se pueden instalar sistemas fotovoltaicos individuales en mayor cantidad, como también centrales fotovoltaicas y termo solares para inyección de electricidad a las redes de baja, media y alta tensión.

12.2.2 Potencial Eólico.

Respecto al potencial eólico, como se puede observar en el *grafico 8*, existe poco potencial. Se cuenta con este recurso en algunas zonas específicas del país con mayor disponibilidad de viento, específicamente las zonas costeras de la Región Continental, y las regiones de altitud superior a los 2000 m, en las que existen corredores de viento con valores de velocidades promedio anuales y potencia prevista en sitios puntuales, en rangos entre 3 a 5 m/s y entre 100 a 350 W/m² respectivamente, que ofrecen condiciones óptimas para el aprovechamiento de este recurso. Estos datos, sin embargo, requieren ser confirmados a través de mediciones puntuales de las variables necesarias para conocer la potencia expectable del viento en una zona específica, estas son: Velocidad media del viento a una altura determinada, temperatura, presión atmosférica, dirección del viento, turbulencia y rafagosidad.



Fuente: Apartado 1.3.c, del Plan de Acción Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PANA).

Grafico 8: Rosa de los vientos de las ciudades de Malabo (Periodo 2000-2010), y Bata (Periodo 2006-2010).

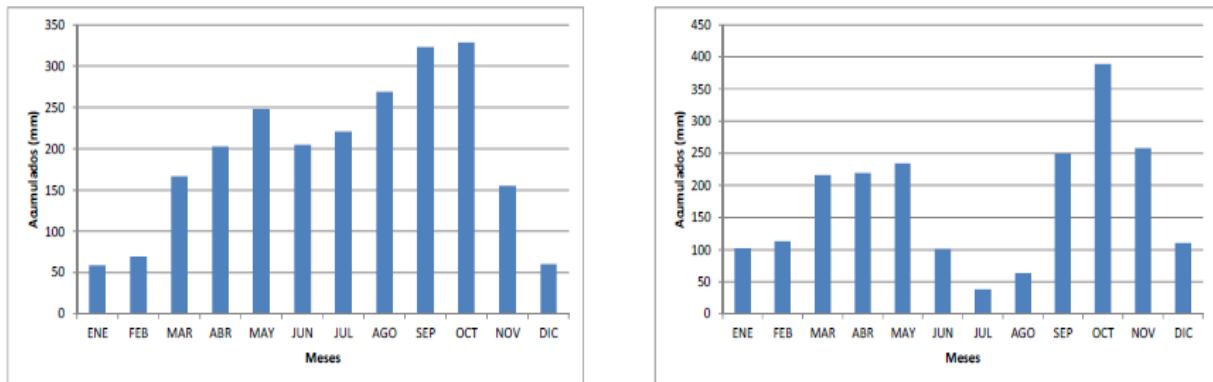
La tecnología eólica ha tenido importantes avances, tanto a nivel técnico, operativo y de reducción de costos de inversión vinculados al equipamiento. En Guinea Ecuatorial persiste la necesidad de desarrollar información y tecnología local confiable en este campo, por lo que a continuación se presentan las siguientes líneas de acción y aspectos técnicos a tener en cuenta, para la investigación y la aplicación adecuada de la tecnología eólica.

- » La producción de electricidad para proyectos a alturas mayores a 2.000 msnm.
- » Tener en cuenta el efecto de altura en los componentes de las turbinas eólicas.
- » Las diferencias de temperaturas durante el día y la noche que inciden en el comportamiento de los materiales y en los equipos de generación.
- » Integración a las redes eléctricas existentes y procedimientos de descarga de la energía eólica generada a la red eléctrica.
- » Aerogeneradores de baja potencia.

La instalación de las torres meteorológicas, mediciones de las variables, y el procesamiento de datos será adjudicada a empresas especializadas, con proyectos ejecutados, de similar naturaleza. Estas mediciones serán validadas a través de un estudio por un periodo de tiempo de un año, con la finalidad de implementar estos proyectos de generación eólica.

12.2.3 Potencial Hidroeléctrico.

El potencial hídrico para el desarrollo de proyectos de micro y mini centrales hidroeléctricas hasta 2 MW, ha sido parcialmente identificado en numerosos sitios por los ayuntamientos, municipios y otras instituciones en diferentes regiones del país. Sin embargo, existe escasa información actual sistematizada y validada. Es importante tener en cuenta, a la hora de realizar estudios de potencial hídrico, el comportamiento de las precipitaciones en ambas regiones (Insular y Continental), pues su comportamiento anual no es el mismo, como se puede observar en la gráfica siguiente:



Fuente: The Climatic Research Unit School of Environmental Sciences University of East Anglia.

Gráfico 9: Variación anual del acumulado de las precipitaciones en las Región Insular (Izquierda), y Continental (Derecha), en el periodo 1901-2009.

Tras la celebración de la II Conferencia Económica Nacional, en el año 2007, se decidió llevar a cabo un estudio hidrográfico del Río Wele, identificándose ocho puntos potenciales a lo largo de su curso para la instalación de centrales hidroeléctricas⁵.

Un informe realizado por Électricité de France (EDF), identifica 10 potenciales sitios de aprovechamiento hidroeléctrico sobre seis ríos de la isla (Cónsul; Balaopi y Tiburones; Musola; Tudela y Moaba; Ilachi, Ruma y Grande; y Baho). Los cálculos de productividad varían dependiendo de la época del año, ya que, al no tratarse de ríos de gran extensión y caudal, su productividad quedaría fuertemente condicionada al nivel de lluvias registrado.

En la **Región Continental**, el Río Wele (también conocido como río Benito o Mbini) es el principal río de la región. Nace en Gabón y cuenta con 338 Km. de longitud, atravesando el país de Este a Oeste.

En la **Región Insular**, el sitio con mayor factibilidad técnica para la instalación de una nueva central es el río Ilachi, que podría llegar a alcanzar una capacidad de 18 MW (garantizando un mínimo de 10 MW en la temporada seca), energía suficiente como para satisfacer la demanda de todos los poblados que se alimentan de los circuitos Norte y Sur, pues según los datos del Despacho de Carga, para la Región Insular, actualmente el pico de demanda de dichos circuitos de 33 kV, es de aproximadamente 8.2 MW. Actualmente se cuenta únicamente con la instalación de las centrales hidroeléctricas de Musola 1 y 2, y Riaba, con una capacidad de 0,5 MW y 3,8 MW respectivamente, las cuales están descapitalizadas y fuera de operación.

⁵ Informe del sector eléctrico en Guinea Ecuatorial, noviembre de 2011.



Tabla 11: Potencial Hidroeléctrico del Río Wele, en la Región Continental.

Punto con potencial	Zona	Capacidad estimada (MW)
WELE 1	SENDJE	200
WELE 2	MBIINAM	350
WELE 3	ABUMENSOK	300
WELE 4	NIEFANG	400
WELE 5	ASOK	400
WELE 6	MIBAMENGA	160
WELE 7	DJIBLOHO	180 (120)
WELE 8	DJIBLOHO	80
Potencial TOTAL Estimado		2.070 MW

Fuente: Ministerio de Industria y Energía

La tecnología relacionada con sistemas hidroenergéticos de pequeña capacidad es la que posee mayor madurez en el país.

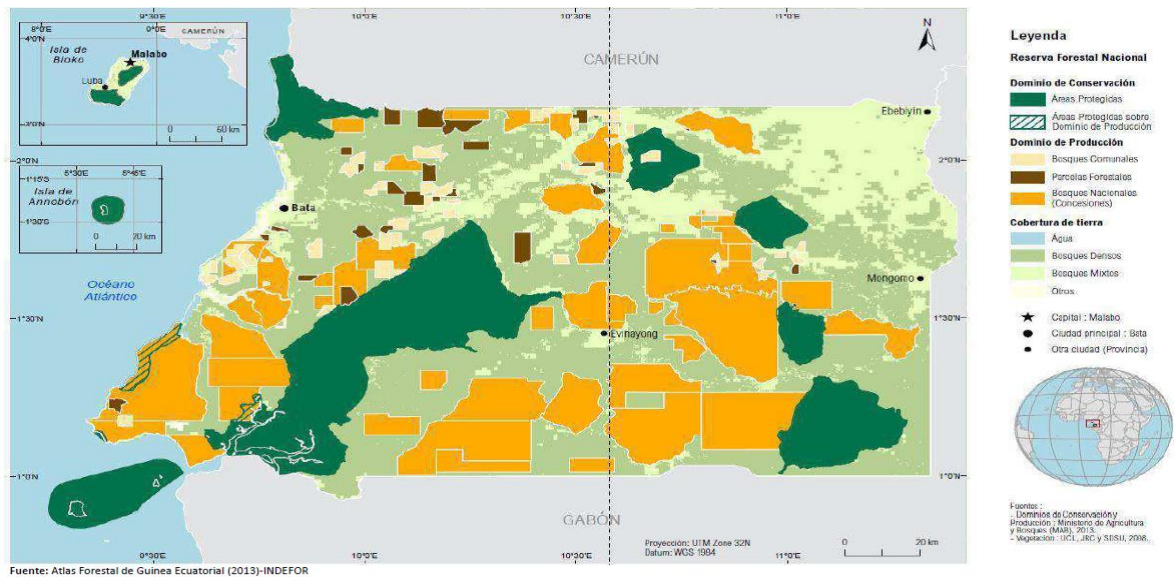
12.2.4 Potencial de Biomasa.

El potencial de biomasa existente en nuestro país es importante, fundamentalmente en determinadas regiones del centro sur de la Región Insular, y centro de la Región Continental (Ver *Mapa 6*). Gracias a la densidad de la vegetación en algunas zonas de explotación maderera y a la intensa actividad maderera, productora de diferentes tipos de residuos, se pueden definir zonas de obtención de esta materia prima, para lo cual se debe trabajar de conjunto con el MAGBMA, INDEFOR, y otros.

Distribución energética de un árbol.

- 1.Hojas----- 1—6 %
- 2.Ramas----- 6---22%
- 3.Tronco----- 74---86 %
- 4.Corteza----- 3---16 %
- 5.Raices----- 21—33 %

La tecnología de biomasa enfocada en la utilización de residuos orgánicos tanto mediante biodigestión, gasificación o combustión directa se encuentra ampliamente desarrollada a nivel mundial. Para el caso específico de Guinea Ecuatorial existen experiencias internacionales que pueden ser aprovechadas como base para la investigación y desarrollo tecnológico en este campo.



Mapa 6: Distribución de Bosques en la República de Guinea Ecuatorial.

13. IMPLEMENTACION DEL PLAN DE ACCION NACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LAS ENERGIAS RENOVABLES.

13.1 Estructura institucional para la implementación del PANDER.

La estructura institucional de implementación y operativización del presente PANDER, define al Ministerio de Industria y Energía (Departamento Tutor en materia de energía en Guinea Ecuatorial); a través de la Dirección de Energía, y la Sociedad de Electricidad de Guinea Ecuatorial Sociedad Anónima (SEGESA), como las instituciones encargadas de desarrollar nuevas herramientas de gestión y administración, para implementar el presente PANDER. Las mismas desarrollaran los proyectos de generación de energía eléctrica con base a fuentes de energía renovables, principalmente para inyección al sistema eléctrico. Para esto, necesariamente se consolidarán las actividades que viene actualmente realizando el MIE, de conjunto con los gestores de proyectos en curso, las empresas operadoras y el sector privado; ampliando su campo de acción desde la identificación, estudio y prospección de potencial existente; hasta el diseño, ejecución y operación de proyectos con energías renovables, acciones de capacitación, fomento de la actividad de investigación y desarrollo (Instituciones y centros educacionales, y científico técnicos). La ejecución de los proyectos, se realizan a través de la conformación de equipos técnicos de dedicación exclusiva, en coordinación con el resto de las instituciones y actores.

Las empresas generadoras de electricidad (TURBOGAS, SYNOHIDRO, CEMEC); y las empresas regionales distribuidoras de electricidad (SEGESA Insular, SEGESA Continental), participarán de manera activa en la generación eléctrica con energías renovables. En este sentido, se establecerán los porcentajes anuales de generación con origen en fuentes renovables en función a la planificación del sector, respecto a la cantidad total de energía entregada por las empresas generadoras al sistema eléctrico de cada región; así como de la cantidad de energía eléctrica comercializada a los usuarios finales por las empresas distribuidoras, respectivamente. La **Comisión Nacional de Energía**, estará integrada por varias entidades, su función será como órgano de consulta y licitación de proyectos, concediendo las autorizaciones y permisos que desde el punto de vista **industrial, urbanístico y medioambiental** se requieren, para la construcción de estas instalaciones. Dentro de ella, las autorizaciones industriales necesarias



para su ejecución serán otorgadas por el **MIE**, al igual que la autorización administrativa del anteproyecto de la instalación y la aprobación final del Proyecto; el **Ministerio de Obras Públicas**, tramita la obtención de una licencia de obras, mediante la cual se comprueba que la instalación que se pretende ejecutar resulta conforme con las previsiones de planeamiento del municipio en el que se ubique; el **MAGBMA**, realiza el procedimiento de evaluación ambiental, exigiendo la obtención previa de la correspondiente Declaración de Impacto Ambiental, o la correspondiente Autorización Ambiental; el acta de puesta en marcha de la instalación, compete a la **Dirección de Energía** y las Delegaciones o Subdelegaciones de **Gobierno** en las Provincias donde radique la instalación.

Los **Gobiernos Provinciales**, en el marco de sus competencias constitucionales, ejecutarán proyectos de electrificación rural. Estos proyectos se basan principalmente en la construcción y extensión de redes eléctricas en baja tensión en el área rural, teniendo participación en el desarrollo de proyectos para el suministro de electricidad a través de fuentes de energías renovables, siendo la utilización de paneles fotovoltaicos para sistemas unifamiliares, los proyectos más desarrollados y difundidos. Sin embargo, estas instituciones deben dar mayor impulso al desarrollo de las energías renovables.

Las Unidades de Electrificación y Planificación de los gobiernos departamentales, incluirán unidades técnicas que evalúen y gestionen el desarrollo de proyectos de electrificación rural mediante generación con energías renovables, analizando su factibilidad y ventajas de acuerdo a las características y condiciones propias de cada proyecto.

En la actualidad, los gobiernos municipales en el marco de sus competencias constitucionales, no han desarrollado una participación efectiva en el ámbito de las energías renovables, ni asumido compromisos significativos en sus respectivas áreas territoriales. Sin embargo, los municipios tienen dos líneas de acción que llevarán adelante, a modo de apoyar el proceso de inclusión de las energías renovables en el área de su jurisdicción.

El presente PANDER propone que los gobiernos municipales de las principales ciudades, desarrollen estudios para proyectos de generación en grandes edificaciones urbanas, para su autoconsumo; así como para desarrollar proyectos híbridos en fuentes de generación existentes a base de energía fósil.

Es importante, además, que cada una de estas instituciones, desarrollen acciones que les permitan conocer, las viviendas existentes en su jurisdicción, que no cuentan con el servicio eléctrico normalizado, definiendo posibles áreas de acción para el desarrollo de proyectos.

El procedimiento para la participación del sector privado en la generación distribuida considerará:

- » El diseño de un programa para generación distribuida local, con un horizonte de 7 años, para fomentar la ejecución de proyectos de energías renovables, desde su concepción hasta su operación y evaluación final de resultados en un régimen de operación continuo.
- » La selección de posibles áreas de aplicación para la construcción de proyectos pilotos de generación distribuida, por cada fuente de energía con potencial explotable. Se identificarán los usuarios del sector privado, candidatos a ingresar en los proyectos piloto.
- » La ejecución de programas de orientación y capacitación en energías renovables de manera conjunta entre usuarios del sector privado y las empresas distribuidoras.
- » La ejecución de programas de estudios e identificación de potencial existente, elaborando sistemas de información geográficas, para el desarrollo y optimización de futuros proyectos.
- » En lo que respecta a proyectos de generación con energías renovables para sincronizar al sistema eléctrico, el sector privado podrá elaborar y/o ejecutar, proyectos en función a la evaluación técnica económica y medioambiental. Deben partir de los requerimientos específicos de acuerdo a la necesidad del sistema eléctrico, establecidos por el MIE, con base a una planificación previa y en función a la disponibilidad de recursos económicos para la remuneración a la energía generada; esto será aplicado solamente para el caso en que se requiera de una remuneración adicional para el pago por la energía generada.

En el siguiente organigrama, se detallan las principales entidades involucradas; y su competencia, dentro del marco del Plan de Acción Nacional para el Desarrollo de las Energías Renovables.



Ilustración 6: Estructura funcional para la implementación y desarrollo del PANDER.

13.2 Costos e inversión requerida para el desarrollo de proyectos.

Los costos de inversión requeridos, serán analizados en función a la cuantificación de la capacidad, en términos de potencia instalada de los proyectos de generación eléctrica a ser incorporados, por tipo de fuente de energía renovable, y la forma de uso y aplicación de los mismos; es decir, los proyectos de incorporación al SERC y SERI, los proyectos de generación para los SA y los proyectos para el acceso al servicio eléctrico de los hogares e infraestructura del área rural del país al 2025.

Para lo anterior, el presente plan identifica costos estándares y eficientes de inversión, para centrales generadoras a partir del uso de energías renovables, para diferentes ubicaciones. De esta manera, se obtienen valores de *referencia*, que permitan evaluar las partidas de costos para unidades generadoras de distintos tamaños y tecnologías, considerando al menos los siguientes elementos:

- Costo de compra de las unidades generadoras y equipos principales.
- Costo de inversión de la conexión al sistema eléctrico existente.
- Costo de exploración o estudio prospectivo.
- Costos de inversión de componentes para cumplir con la normativa ambiental aprobada.
- Costos de inversión de equipos para cumplir la Normativa Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio.

Es importante señalar que estos costos son variables, por lo que en lo sucesivo la Comisión Nacional de Energía, debe realizar actualización de los mismos, a los efectos de la evaluación de proyectos y planificación de inversiones a largo plazo.



Costo unitario de instalación, por tipo de fuente.

Para proyectos enlazados al sistema eléctrico, este PANDER ha estimado los costos específicos del kilovatio (€/KW) instalado, con base a los datos de proyectos que se han ejecutado o cuentan con estudios preliminares para su desarrollo, en países como EEUU⁶, España⁷, Dinamarca⁷ y Chile⁸. En el siguiente cuadro se muestra el detalle de estos costos.

Tabla 8: Costos promedios (en €/KW), por tipos de fuentes de energía, para proyectos de incorporación al SERC, SERI y SA.

Solar (parque fotovoltaico) (€/kW)	Biomasa (€/kW)	Geotérmica (€/kW)	Eólica (€/kW)	Hidroeléctrica	
				Pasada, ≥20 MW	Pasada, ≤ 20 mW
2.300	2.900	6.550	2.300	3.400	3.200

Fuentes: www.irena.org, www.hrudnick.sitios.ing.uc.cl.

La estimación de costos mostrados en la tabla anterior, conviene precisar, son **referenciales** para la elaboración de estudios de pre factibilidad y aprobación de proyectos enlazados al SERC, SERI y Sistemas Aislados. Otra precisión pertinente es que estos datos han considerado todos los costos correspondientes exclusivamente a la generación; es decir, exceptúan los costos de las obras asociadas de infraestructura eléctrica como construcción de líneas y subestaciones eléctricas; esto dadas las particularidades de los proyectos eléctricos de generación, y a que en ocasiones varios de ellos se implementan en zonas cercanas a la infraestructura eléctrica existente, por lo que su interconexión no representa costos mayores. Sin embargo, otros casos, como por ejemplo el proyecto de SENDJE, implican la construcción de kilómetros de líneas y subestaciones, entre otras obras, que debe guardar una relación factible con los costos de inversión respecto a los costos exclusivos de generación eléctrica del proyecto (€/KW instalado).

En lo referente a los proyectos no sincronizados, para los **sistemas fotovoltaicos** unifamiliares (SFV) destinados al acceso al servicio básico de electricidad de los hogares, se ha estimado en promedio un costo de 1.630 € por SFV de **50 W**, lo que incluye al menos 3 mantenimientos, el proceso de formación de capacidades locales para técnicos y usuarios, y la logística de implementación en comunidades rurales alejadas de las redes eléctricas y con dispersión geográfica. En cuanto a la infraestructura social (escuelas y centros de salud), el costo estimado para el sistema fotovoltaico de **500W** es de 4.500 € y para el sistema de **750W** para telecentros y otros asciende a un monto de 7.500 €

Para estimar el costo de KW instalado para los **proyectos hidroeléctricos** de pequeña escala, se ha considerado el costo promedio referencial obtenido de los proyectos de micro centrales aisladas, instaladas en España⁷, Dinamarca⁷. Este costo es de 3.700 € por KW instalado, cabe señalar que este costo considera la construcción de pequeñas obras asociadas como líneas eléctricas en baja tensión y transformadores entre otros.

⁶ IPCC, *Special Report of the intergovernmental Panel on Climate Change*, 2015.

⁷ *Indicative installed system prices in certain IEA PVPS reporting countries in 2015*.

⁸ *Informe de los costos de inversión, por tecnologías de generación., agosto de 2015.*

En proyectos cuya capacidad instalada es inferior a 5 MW, los costos de los equipos electromecánicos tienden a dominar. A medida que aumenta la capacidad, los costos predominantes son los de la construcción civil, como presas, tomas de agua, conductos de presión hidráulicas, túneles, compuertas, y las propias centrales eléctricas, por lo tanto, estos elementos tienen que optimizarse cuidadosamente en la etapa de diseño de ingeniería. La misma capacidad de diseño de generación global se puede lograr con unas pocas unidades generadoras grandes o varias pequeñas. Las plantas que utilizan unidades generadoras más pequeñas, tienen mayores costos por kW, pero se justifican por una mayor eficiencia y flexibilidad de la integración de estas centrales hidroeléctricas en la red eléctrica.

En el siguiente cuadro, se muestra el costo promedio estimado de acceso a la electricidad del **área rural** según tipo de fuente.

Tabla 9: Costo promedio estimado de acceso a la electricidad del área rural, según el tipo de fuente.

Sistema fotovoltaico Unifamiliar de 50 W (€)	Unidad educativa/establecimiento de salud de 500 W (€)	Telecentros comunitarios de 750 W (€)	Micro central hidroeléctrica (€/KW)
1.630	4.500	7.500	3.700

Fuentes: www.irena.org, www.hrudnick.sitios.ing.uc.cl.

Teniendo en cuenta los costos de inversión específicos, descritos anteriormente, se calcula el costo total, para el desarrollo de todas las acciones que nos permitan alcanzar los objetivos generales del Plan de Acción Nacional para el Desarrollo de las Energías Renovables.

En las tablas 10 y 11, se muestra el costo general, según los proyectos desarrollados (sincronizados y aislados), para el desarrollo de las fuentes de energías renovables.

Tabla 10: Resumen del costo estimado, para el desarrollo de proyectos sincronizados al sistema, con el uso de energías renovables en el país.

Presupuesto total, por tipos de fuente de energía renovables a utilizar, para proyectos sincronizados al sistema.									
Partidas de costo	Hidroeléctrica		Eólica		Solar		Biomasa		Costo Total (M Euros)
	Criterio de medida	Costo (M Euros)	Criterio de medida	Costo (M Euros)	Criterio de medida	Costo (M Euros)	Criterio de medida	Costo (M Euros)	
Costos de Inversión (CI)*	28	89.600	0,5	1.150	8	18.400	0,5	1.450	110.600
Costos de Operación y Mantenimiento** (2.5, 1.5, 1% CI)		2.240		17		276		44	2.577
Estudios de potencial y elaborar SIG***	6	2.570	6	570	24	288	4	336	3.764
Costos Indirectos (1% CI)****		896		12		184		15	1.106
Costes generales e ingeniería (12% CI)****		10.752		138		2.208		174	13.272
Beneficio Industrial (6%CI)		5.376		69		1.104		87	6.636
Capacitación	9	87	1	6	14	94	3	18	205
TOTAL		111.521		1.962		22.554		2.123	138.160



Tabla 11: Resumen del costo estimado, para el desarrollo de proyectos aislados, con el uso de energías renovables en el país.

Presupuesto total, por tipos de fuente de energía renovables a utilizar, para proyectos aislados.											
Partidas de costo	Micro-Hidroeléctrica		Módulos Solares Fotovoltaicos para diferentes usos						Biomasa		Costo Total (M Euros)
	Ud.	Costo (M.€)	Módulos 50 W		Módulos 500 W		Módulos 750 W		Ud.	Costo (M.€)	
			Ud.	Costo (M.€)	Ud.	Costo (M.€)	Ud.	Costo (M.€)			
Costos de Inversión (CI)*	0,5	1.850	3100	5.053	14	63	2	15	0,5	1.450	8.431
Costos de Operación y Mantenimiento** (2.5, 1.5, 1% CI)		46		126		2		0		44	218
Costos Indirectos (1% CI)****		19		51		1		0		15	84
Costes generales e ingeniería (12% CI)****		222		606		8		2		174	1.012
Beneficio Industrial (6%CI)		111		303		4		1		87	506
Capacitación	5	20	56	224	2	8	1	4	3	18	274
TOTAL		2.268		6.363		85		22		1.787	10.525

(*) **Costos de Inversión:** Incluyen los costos del equipamiento electromecánico para la transformación de la energía, costes de construcción civil. Incluyen además los costos de planificación, análisis de impacto ambiental, concesión de licencias; la mitigación de la pesca y vida silvestre, la mitigación de recreación, la mitigación, histórica y arqueológica, y monitoreo y calidad del agua.

(**) **Costos de Operación y Mantenimiento:** Partiendo de un estudio del Consejo Europeo de Energías Renovables junto con Greenpeace; y el WEO, estudio realizado por la Agencia Internacional de Energía; se establece **2.5% del CI para la hidráulica, 1.5% del CI para la eólica, 1% del CI para la solar.**

(***) **Costos de estudios de potencial y elaborar SIG⁹:** Comprende el montaje de estaciones, equipos de medida, monitoreo de las precipitaciones, y elaborar sistema de información geográfica, con los mapas de potencial, por cada tipo de fuente de energía.

(****) **Costos Indirectos (1% CI):** Visado, Transporte, Alojamiento, Manutención, Alquiler de vehículos, Combustible.

(*****) **Costos Imprevistos (5%):** Obras y trabajos no asociados directamente a la central.

(*****) **Costes Generales e Ingeniería (12% CI):** Dirección de obras, Oficina Técnica.

⁹ Instalación de una torre de medición del viento para auditoria de recurso eólico, Apartado 4^{to}. Presupuesto. P2015/019, Ing. Josep M^a Guasch Juanpere.



13.3 Mecanismos financieros para el desarrollo y la incorporación de las energías renovables.

La estructura financiera para proyectos de generación con energías renovables, involucra en general, los costos de inversión, operación, mantenimiento y los ingresos por venta de energía. El Objetivo **Específico 1** del PANDER establece *La consolidación de un marco normativo técnico, legal y financiero, que respalde a los inversores y promotores, en el sector de las energías renovables*; en la **Acción 7** se define la *Creación de un fondo de recursos económicos, asignado al MIE, en función a la participación de las energías renovables en la matriz energética del sector eléctrico en Guinea Ecuatorial.*, considerando las siguientes fuentes de financiamiento:

- » **Nivel central**, a través de los recursos generados en el propio sector eléctrico.
- » **Recursos generados por el desplazamiento del gas natural** comercializado en el mercado internacional.
- » **Gobiernos provinciales y municipales**, mediante la programación de presupuesto para apoyar el desarrollo de las energías renovables. Estos recursos podrían ser utilizados previa promulgación de una Ley Nacional, tomando como base la asignación de parte de sus ingresos generados por la venta de gas natural u otro combustible fósil, a mercados de exportación que fueron desplazados por proyectos de generación con energías renovables.

Por otra parte, para disminuir la brecha de remuneración entre la generación con energías renovables y combustibles fósiles, se propone tomar en cuenta el principio de costo de oportunidad del gas natural y otros combustibles fósiles para establecer dentro del cálculo la factibilidad financiera, entre otros como los recursos procedentes de la cooperación internacional, que pueden apalancar el desarrollo de proyectos con energías renovables. Estos recursos deben ser asignados al Ministerio de Industria y Energía (MIE); a fin de que esta instancia sea la que defina los proyectos de generación con energías renovables, que podrían ser financiados bajo el criterio de proyectos de interés en el marco de la planificación sectorial. Es importante tomar en cuenta también la obtención de créditos con bajas tasas de interés, para aplicarlos en la inversión, lo que favorecerá notablemente la situación financiera de los proyectos.

La incorporación de las energías renovables en la generación de electricidad, requiere de esquemas de operación para la remuneración, que permitan retornos de capital capaces de cubrir los costos de inversión y operación del sistema de generación.

13.4 Competitividad de los recursos, por tipos de fuentes de energía renovables.

Los costos de generación a partir de las energías renovables se han reducido de una manera drástica en los últimos años, fruto del impulso que se ha dado en muchos países a la instalación de este tipo de centrales, y consecuentemente el camino recorrido en las curvas de aprendizaje. Estas reducciones hacen de varias tecnologías, opciones económicamente competitivas hoy en día frente a tecnologías fósiles convencionales. De éstas últimas, los ciclos combinados (CCGT) son los que mayor auge han tenido en los últimos años, fruto de la reducción en los precios de gas natural.

La figura a continuación muestra, para cada tecnología analizada, una proyección de los costos nivelados de generación o Levelized Cost of Energy, (LCOE) estimados hasta el año 2020. Asimismo, se incluye el LCOE estimado de los ciclos combinados en 2020.

La metodología aplicada para el análisis de los costos de generación se basa en el cálculo del Levelized Cost Of Energy (LCOE) o costo nivelado. El costo nivelado se expresa en términos monetarios dividido por la electricidad generada y pretende reflejar todos los costos asumidos durante la vida útil de una central.

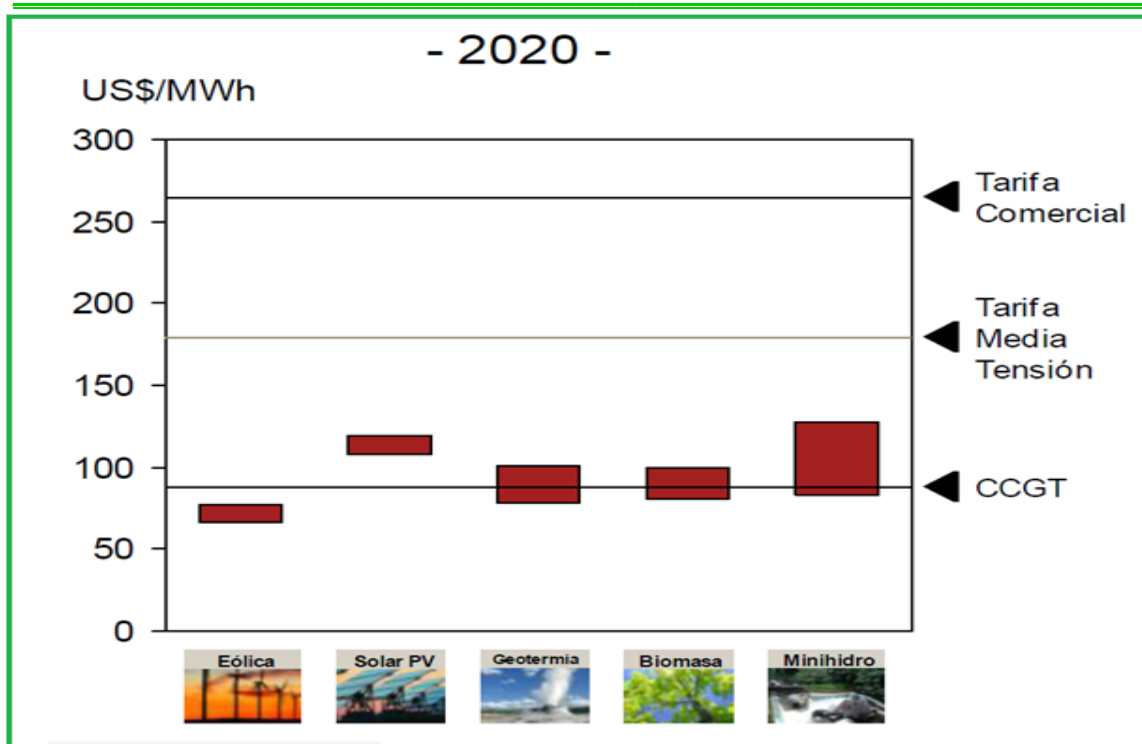


Ilustración 7: Evolución esperada de los Costos nivelados de Generación, por tecnologías hasta el 2020.

13.5 Esquemas de operación para la remuneración.

El esquema de operación para la remuneración por la generación de electricidad con energías renovables en el sistema eléctrico nacional, debe efectuarse según el tipo de fuente energética y tecnología. Las fuentes de energía renovables solar y eólica, por su intermitencia en la generación, solamente pueden ser remuneradas por energía. Las fuentes geotérmicas, biomasa, e hídrica a pequeña escala, pueden, por su parte, ser remuneradas por energía y potencia en función a su disponibilidad.

El presente Plan de Acción, considera necesario la aplicación de remuneración adicional, para aquellos proyectos de energías renovables que no puedan cubrir sus costos a través de la remuneración normal del mercado eléctrico. Esta remuneración adicional cubrirá la diferencia entre la energía y/o potencia inyectada al sistema eléctrico a precio spot y el precio establecido por el Ministerio Tutor, para cada tipo de fuente y tecnología.

A modo de garantizar la sostenibilidad de los proyectos que contribuyan al acceso a la energía eléctrica mediante sistemas fotovoltaicos domiciliarios, se propone que el propietario de los sistemas sea el municipio, quien también será el responsable de garantizar el mantenimiento y reposición de los componentes del sistema, a través de la suscripción de un contrato de prestación de servicio con la empresa distribuidora (operador único) de la zona de intervención del proyecto. Dicho contrato debe estipular claramente el alcance de los servicios que se prestarán, los montos que el municipio cancelará por este servicio y los plazos en los cuales se realizarán los desembolsos.

El municipio podrá transferir parte del costo de mantenimiento y en su caso parte del costo de la reposición a los beneficiarios finales, cobrando a estos un monto mensual fijo que podrá ser cancelado mensual, bimestral o trimestralmente. Para ello, se podrá suscribir un contrato entre el municipio y el beneficiario del sistema, en el que se establezca el monto —tasa— que el usuario deberá pagar en función a un estudio económico y financiero específico. La reposición



contemplará el cambio de baterías y reguladores, una vez que estos hayan cumplido su vida útil. Los costos que demanden estas reposiciones estarán generalmente a cargo de los municipios.

13.5.1 Desplazamientos de combustible fósil, por la generación con fuentes renovables.

Dependiendo de las condiciones de operación de las plantas de generación con energía renovables, que desplacen la energía generada con combustible fósil en el despacho de carga, y el ahorro por combustible no utilizado, los recursos económicos que se pudiesen obtener podrán considerarse para financiar la implementación de proyectos.

13.5.2 Desplazamiento del consumo de gas natural.

Para el caso de proyectos de energías renovables, que desplazan la generación con base a gas natural, este Plan de Acción propone determinar la energía generada con energías renovables en kWh de cada proyecto. Para ello, primero se deberá evaluar el rendimiento medio de una planta generadora con base gas natural en BTU/kWh, se determinará el poder calorífico del gas desplazado en PC/kWh, y finalmente, se obtendrá el volumen de gas natural en PC desplazado.

Con el ingreso adicional del volumen de gas desplazado que es comercializado en el mercado interno y/o en el mercado de exportación se incrementarán las regalías, participaciones e IDH que benefician a varios actores, de acuerdo a los porcentajes establecidos por la normativa vigente.

A fin de determinar el impacto en los diferentes beneficiarios, se considerará el cálculo de regalías, participaciones e impuestos a los hidrocarburos en dos escenarios: *el primero*, donde el gas desplazado es comercializado en el mercado interno; *el segundo*, donde el gas desplazado es comercializado en el mercado de exportación. La diferencia entre ambos escenarios genera un ingreso mayor para todos los actores como efecto de la aplicación del precio de exportación mayor.

Asimismo, se podrá obtener el costo medio del proyecto que incluye los costos de operación, mantenimiento y los costos de inversión; considerando el costo marginal del sistema en \$US/kWh, el cual se compara con el costo medio del proyecto. Si el costo medio del proyecto es mayor al costo marginal del sistema, entonces se requerirá de remuneración adicional. La diferencia de estos dos valores multiplicada por la energía generada del proyecto con energías renovables indicará el valor de la remuneración adicional con base a energías renovables.

13.5.3 Desplazamiento del consumo de diésel.

En el caso de los proyectos de energías renovables que desplazan la generación con plantas a base de combustible diésel, es posible cuantificar los litros de diésel desplazados, mediante la determinación de la energía generada en kWh del proyecto de energías renovables multiplicado por el volumen de diésel asociado a esa energía utilizando el indicador de consumo específico promedio, establecido por la Dirección de Energía del MIE, en litros/kWh.

El costo del combustible desplazado por la introducción de energías renovables se traducirá en un significativo ahorro al Estado, gracias a la disminución de consumo del diésel y a la venta de dicho hidrocarburo a precios de mercado interno. Para hallar el valor del ahorro se multiplicarán los litros de diésel por el precio de venta en el mercado interno.

Por otra parte, se podrá obtener el costo medio del proyecto con energías renovables, que incluya los costos de operación, mantenimiento y los costos de inversión, como resultado de hallar la anualidad estableciendo el costo marginal en \$US/kWh del Sistema Aislado a fin de comparar con el costo medio del proyecto. Si el costo medio del proyecto es mayor al costo marginal, este requerirá de una remuneración adicional, misma que podrá ser determinada en función a las características específicas de cada proyecto. La comparación entre el valor de



remuneración adicional y el ahorro obtenido por la disminución del consumo de diésel, establecerá si el proyecto es rentable: si el ahorro que genera el proyecto es mayor a la remuneración, el proyecto puede financiarse y es auto sostenible. Los recursos que el Estado ahorra por dejar de consumir el diésel, podrían ser canalizados al Ministerio de Industria y Energía (Dirección de Energías) a través de la asignación de un presupuesto anual, para que este a su vez asigne recursos para el desarrollo de proyectos con energías renovables en los SA.

14 PROCESO DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA.

La Participación Social se define como “un proceso mediante el cual se dota de poder a las personas para que puedan movilizar sus capacidades, convertirse en actores sociales antes que, en sujetos pasivos, manejar sus recursos, tomar decisiones y controlar las actividades que afectan a sus vidas”.

En base a esto, adquiere vital importancia la participación ciudadana como una de las claves estratégicas para el éxito de los procesos de planificación estratégica, como es el PANDER. La necesidad de abordar un proceso de participación ciudadana, parte de la idea de que la población del entorno es conocedora de primera mano del estado ambiental, social, económico y territorial de una ciudad o localidad. De igual manera, la población es receptora directa del resultado del PANDER, por lo que se hace necesario el establecimiento de un vínculo de comunicación fluida entre la propia administración pública y la población.

Muchas de las medidas y propuestas que deriven del PANDER, no serán efectivas mientras no sean entendidas y apoyadas por la población y ello se conseguirá con una adecuada acción participativa que permita a la ciudadanía ser conscientes de que son parte fundamental de este proceso y de que sin su colaboración no se alcanzarán con éxito los objetivos propuestos. El establecimiento de herramientas de diálogo entre la administración y los vecinos se constituye como un hecho fundamental para evitar las habituales actitudes de rechazo o indiferencia que los procesos llevados a cabo con incidencia sobre el territorio suelen provocar sobre la ciudadanía.

Así mismo, es de vital importancia la existencia de una comunicación fluida y continua entre los distintos departamentos municipales como actores que impulsan las medidas a desarrollar y cuya actividad diaria repercute en los objetivos de estudio y mejora del PANDER.

Por todo ello, se desarrollan dos procesos participativos, uno interno y otro externo, que han de discurrir de manera paralela, pero a la vez retroalimentada, durante toda la elaboración y desarrollo del PANDER.

14.5 Proceso participativo interno.

El proceso participativo interno, ha consistido en el desarrollo periódico de mesas de trabajo, seminarios, en los que estaban representados todos los departamentos y entidades públicas del país, con incidencia directa en el desarrollo y uso de las energías renovables. En dichas sesiones de trabajo, los agentes implicados han aportado los datos necesarios para la elaboración del PANDER, han presentado sus propuestas de acción, y se ha debatido en torno a los objetivos, líneas estratégicas y medidas a recoger en el documento PANDER.

Este proceso persigue los siguientes objetivos:

- Implicar y hacer partícipes de la elaboración del PANDER, a los diferentes agentes nacionales, para así debatir y establecer de manera consensuada los objetivos, estrategias y acciones necesarias.
- Aplicar los conocimientos específicos de cada departamento/entidad nacional, así como sus planes y proyectos realizados, al análisis y desarrollo del PANDER.

14.6 Participación externa.

El proceso participativo externo es un proceso de participación ciudadana, se basa en todo momento, en los siguientes **principios orientadores**:

- Voluntariedad. Es un ejercicio totalmente voluntario.
- Universalidad. Se ha de garantizar igualdad de condiciones para toda la ciudadanía.



- Institucionalidad asumida y efectiva. Es un derecho de la ciudadanía y una obligación para las administraciones públicas.
- Cooperativismo. Es vital establecer una buena relación interpersonales y entre las diferentes agencias, donde se aporten los datos demandados para el buen desempeño del PANDER.
- Transparencia. Representada en la comunicación fiable y permanente con la población.
- Equidad e inclusión social. Asegurando la participación de todas las personas y grupos sociales de forma igualitaria en los diferentes ámbitos que conforman esa sociedad incluyendo los grupos más vulnerables, a través de los distintos canales de participación, en condiciones de igualdad respecto a los demás actores y sectores interesados.
- Pluralidad. Garantizando la presencia de los más diversos puntos de vista, mediante la implicación de todos los agentes o personas interesadas.
- Solidaridad. Orientado hacia el bienestar común, por encima de intereses partidistas, sectoriales y/o particulares.

Este proceso de participación externa persigue los siguientes **objetivos**:

- Informar y concienciar a la ciudadanía en relación al PANDER, sus objetivos, compromisos, estrategias y medidas. Abordándolo desde lo global hasta lo local.
- Conocer y analizar los hábitos energéticos de la población, sus necesidades y el grado de conocimiento e interés en materia de eficiencia energética y energías renovables.
- Dar a conocer y debatir las medidas propuestas para alcanzar los objetivos del PAES en el seno del foro participativo. Recogiendo las sugerencias de la ciudadanía en este ámbito y enriqueciendo las medidas con sus aportaciones y propuestas.
- Implicar y sensibilizar a la ciudadanía en la implantación de las propias medidas del PANDER, desde su posición como agentes sociales para el cambio y como receptores últimos de muchas de las medidas propuestas.
- Continuar la senda de acción participativa, en sostenibilidad que viene desarrollándose en el país, potenciando aún más el Foro de Participación Ciudadana y sentando las bases para un grupo de trabajo estable que siga en el futuro colaborando en las revisiones del PANDER.

Se pueden introducir en el PANDER, medidas de eficiencia energética, y otras actuaciones relacionadas con el uso eficiente de la energía, en varias áreas de actuación de los gobiernos locales y regionales, procedentes de los siguientes sectores:

- Edificaciones, incluyendo los nuevos edificios y las restauraciones de gran envergadura.
- Infraestructura municipal, como son el alumbrado público, las redes inteligentes de suministro eléctrico, etc.
- Uso del suelo y planificación urbanística.
- Fuentes descentralizadas de energía renovable.
- Políticas de transporte público y privado y movilidad urbana.
- Participación ciudadana y de la sociedad civil en general.
- Comportamiento energético inteligente, por parte de ciudadanos, consumidores y empresas.

Los PANDER deberán ser presentados a la ciudadanía y debatidos con ella, lo que aumentará las posibilidades de lograr una continuidad a largo plazo y a alcanzar sus objetivos.

15 CAPACITACIÓN Y FORMACIÓN DE CAPACIDAD TÉCNICA.

Un pilar fundamental para la sostenibilidad de la inclusión de las energías renovables en la matriz energética del sector eléctrico guineano, es la formación de talento humano local, calificado en especialidades de energías renovables a través de programas de capacitación continua en aspectos técnicos, de comunicación, operativos y de planificación.

La creciente trascendencia de utilizar energías renovables en sistemas energéticos tanto a nivel mundial como en la región africana, ha propiciado un incremento en la demanda de servicios relacionados a este mercado y, consecuentemente, un mayor interés por contar con recursos humanos calificados, para las diferentes etapas de los proyectos que utilizan estas fuentes energéticas. El interés no solamente se refleja en los niveles de decisión, sino también en instituciones de formación técnica y capacitación de recursos humanos.



La formación, actualización y consolidación del talento humano especializado en este sector en Guinea Ecuatorial, a pesar de los esfuerzos realizados en los últimos tiempos, aun no son suficientes, por lo que se requiere de mayor cantidad de especialistas profesionales en energías renovables en los diferentes niveles, para lo cual se establecerán sinergias con las instituciones educativas en sus diferentes niveles.

La capacitación en energías renovables, se centrará en aspectos técnicos y tecnológicos, como uno de los temas principales de mayor importancia; coordinándose con las instituciones educativas para diversificar el alcance y contenido de la formación, capacitando recursos humanos que analicen los aspectos de planificación energética, los costos económicos financieros de proyectos, las formas legales y normativas para la implementación; además de la administración y operación de sistemas de generación mediante energías renovables en el SERC, SERI y los SA y, por supuesto, también en los aspectos técnicos de diseño, operación y mantenimiento.

Se propone además efectuar la coordinación interinstitucional con las universidades objeto de que se incluyan carreras de energías renovables en los niveles de licenciatura y postgrado; generando sinergias e intercambio de experiencias con universidades e instituciones académicas internacionales para actualizar los programas de formación y capacitación.

15.1 Capacitación de planificadores y tomadores de decisión.

Uno de los elementos clave para el desarrollo y sostenibilidad de los proyectos con energías renovables, es contar con profesionales competentes para la planificación energética y para la elaboración de estudios y diseño de proyectos.

La planificación energética a nivel nacional, contemplará la formación continua de los funcionarios y profesionales del sector eléctrico en los niveles de decisión; por lo que será importante su participación en la planificación del desarrollo de la energía renovable, a través de cursos seminarios, visitas a instalaciones y proyectos e intercambio de criterios con instituciones académicas y empresas del sector, tanto a nivel nacional, como internacional.

15.2 Capacitación de técnicos locales.

El concepto de **técnicos locales**, debe estar relacionado con personas que tengan destrezas y habilidades vinculadas a temas técnicos para la operación de los sistemas con energías renovables, que no requieran necesariamente de un grado académico. En ese sentido, los técnicos locales son personas que residen en áreas rurales, y que fueron capacitados para trabajar con las empresas y cooperativas de electricidad de las zonas rurales donde se ejecutan los proyectos de energías renovables.

15.3 Capacitación de usuarios de sistemas con energías renovables.

La capacitación en este nivel se orientará a que los usuarios cuenten con herramientas para la solución de problemas en sus sistemas fotovoltaicos o eólicos unifamiliares instalados. La capacitación estará a cargo de las empresas proveedoras de equipos durante la instalación de los sistemas, mientras que el contenido de la capacitación incluirá la explicación básica del funcionamiento de los sistemas, así como la dotación de manuales y cartillas para la correcta operación de los sistemas. Los técnicos locales apoyarán la capacitación a los usuarios, reforzando su conocimiento con énfasis en el mantenimiento preventivo de los componentes, correcto uso de la energía y recomendaciones para evitar accidentes. Esta capacitación y la información suministrada será realizada en el idioma de preferencia del usuario y dirigida a todos los miembros de la familia.

16 SUPERVISIÓN Y MONITOREO DEL PLAN DE ACCIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES (PANDER).

Es necesario evaluar anualmente por el Ministerio Tutor (MIE); el desarrollo, implementación y eficacia del propio PANDER, con el fin de conocer el grado de cumplimiento de cada uno de los **2** (dos) objetivos generales del plan. Para cada uno de los objetivos generales, se definieron metas a alcanzar **4** (cuatro), con sus indicadores de cumplimiento, objetivos específicos **11**



(once); y acciones a desarrollar (**60**) para el cumplimiento de cada uno de los dos objetivos generales del plan.

Se establece una revisión antes del 31 de diciembre de 2018, luego anualmente. En cada una de estas revisiones anuales, se definirán acciones correctoras en caso de detectar alguna anomalía en el plan de acción, con responsable y fecha de cumplimiento de las mismas. El principal objetivo del seguimiento del PANDER, es la evaluación sistemática y periódica del desarrollo de las diferentes áreas de energías renovables, de acuerdo con los objetivos establecidos, así como el análisis de las barreras que persistan y la formulación de propuestas que permitan superarlas. Se evaluará, por un lado, el grado de avance en el cumplimiento de los objetivos, desde un punto de vista cuantitativo y, por otro, se analizará la evaluación cualitativa de cada una de las áreas, con la consideración de aspectos energéticos, medioambientales, tecnológicos, industriales, socioeconómicos, y de aquellos otros que, con una perspectiva de medio o largo plazo, puedan impulsar o dificultar el cumplimiento de los objetivos, tanto específicos como generales de este PANDER.

17 CONCLUSIONES.

Con el desarrollo de las acciones y el alcance de los objetivos y metas planteadas en este Plan de Acción Nacional para el Desarrollo de las Energías Renovables, se habrá logrado fomentar el estudio, investigación, aprovechamiento y desarrollo integral de la generación eléctrica con fuentes renovables en el país, mediante un modelo de desarrollo energético sostenible, que asegure una contribución positiva del medio ambiente, y con significativos impactos sobre la economía y la vertebración social de los territorios. Con ello se lograría además reducir la dependencia de la generación eléctrica mediante combustibles fósiles, implementando proyectos de generación con fuentes renovables, logrando una mitigación del cambio climático, y aportando además un valor diferencial a la seguridad energética y a la sustentabilidad del sistema eléctrico del país, y atender a parte de los hogares e infraestructura social del área rural que no pueda recibir el suministro eléctrico, a través de la extensión de redes eléctricas.

Estas metas constituyen un reto importante que exigen el compromiso de las diferentes entidades del sector y de los distintos niveles de gobierno, mismos que tienen que ser liderados por el MIE a través de la Dirección de Energía.

La coordinación efectiva entre las instituciones del Estado, promotoras del desarrollo de la generación eléctrica con energías renovables, con los gobiernos provinciales y municipales; así como entidades del sector privado, es de vital importancia para el logro de los objetivos y metas de este Plan.

Continuar con la actualización de la información de cobertura de acceso al servicio eléctrico; así como del mapa georreferenciado del sistema eléctrico nacional, y la implementación de un Sistema de Información Geográfica, por parte del MIE, resulta primordial para la identificación de oportunidades y localización de proyectos de generación de energía eléctrica, mediante fuentes de energías renovables.

Finalmente, es importante mencionar que con el dinamismo e importancia que se está dando al desarrollo de las energías renovables en nuestro país, a través del Ministerio de Industria y Energía, y de la Dirección de Energías; así como la contribución y el apoyo del PNUD y el MAGBMA; el presente Plan de Acción Nacional para el Desarrollo de las Energías Renovables en Guinea Ecuatorial, contribuirá al logro de las metas establecidas al 2025, lográndose la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero y el incremento de la temperatura ambiente. Se logra además el suministro de energía eléctrica limpia en el mercado interno y externo, para lograr el cumplimiento del programa “Electricidad para Todos” y la producción de energía eléctrica para la exportación a países vecinos de la región centroafricana.