



ESTUDIO
DE MERCADO

2022



El mercado de las energías renovables en Bolivia

Oficina Económica y Comercial
de la Embajada de España en La Paz

Este documento tiene carácter exclusivamente informativo y su contenido no podrá ser invocado en apoyo de ninguna reclamación o recurso.

ICEX España Exportación e Inversiones no asume la responsabilidad de la información, opinión o acción basada en dicho contenido, con independencia de que haya realizado todos los esfuerzos posibles para asegurar la exactitud de la información que contienen sus páginas.

icex



ESTUDIO
DE MERCADO

15 de noviembre de 2022
La Paz

Este estudio ha sido realizado por
Cristina Mirete García

Bajo la supervisión de la Oficina Económica y Comercial
de la Embajada de España en La Paz

Editado por ICEX España Exportación e Inversiones, E.P.E.

<http://Bolivia.oficinascomerciales.es>

NIPO: 114-22-014-8



Índice

1. Resumen ejecutivo	5
2. Definición del sector	8
3. Oferta	10
3.1. Red Eléctrica	10
3.1.1. Sistema Interconectado Nacional (SIN)	11
3.1.2. Sistemas Aislados (SA)	16
3.1.3. Autoconsumo eléctrico	17
3.1.4. Generación Distribuida	19
3.2. Producción Energética Nacional. SIN y SA	23
3.3. Sistema Interconectado Nacional (SIN). Oferta de Generación Eléctrica por Fuente de Energía Renovable	26
3.3.1. Biomasa	30
3.3.2. Micro hidroenergía	31
3.3.3. Energía solar	32
3.3.4. Energía eólica	36
3.3.5. Energía geotérmica	38
3.4. Inversiones en el Sector Energético	39
3.5. Sector privado	40
3.5.1. Importaciones y empresas extranjeras	41
4. Demanda	44
4.1. Demanda urbana	47
4.2. Demanda industrial	47
4.3. Demanda rural	49
4.4. Demanda de exportación de energía eléctrica	50
5. Precios	51
5.1. Precios para el consumidor final	51
5.1.1. Tarifa dignidad	52
5.2. Precio en el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM)	53
5.3. Precios de energía provenientes de energías alternativas	54
6. Percepción del producto español	56
7. Canales de distribución	59
8. Acceso al mercado - Barreras	60
8.1. Barreras normativas	60
8.2. Barreras del sector	61



8.3. Barreras a la inversión	62
8.4. Barreras en el riesgo de tipo de cambio	62
9. Perspectivas del sector	63
10. Oportunidades	66
11. Información práctica	70
12. Anexos	72
12.1. Fuentes	72
12.1.1. Bibliográficas	72
12.1.2. Fuentes primarias	75
12.2. Balance energético de Bolivia	76
12.3. Mapas de energéticos potenciales en Bolivia	77

icex

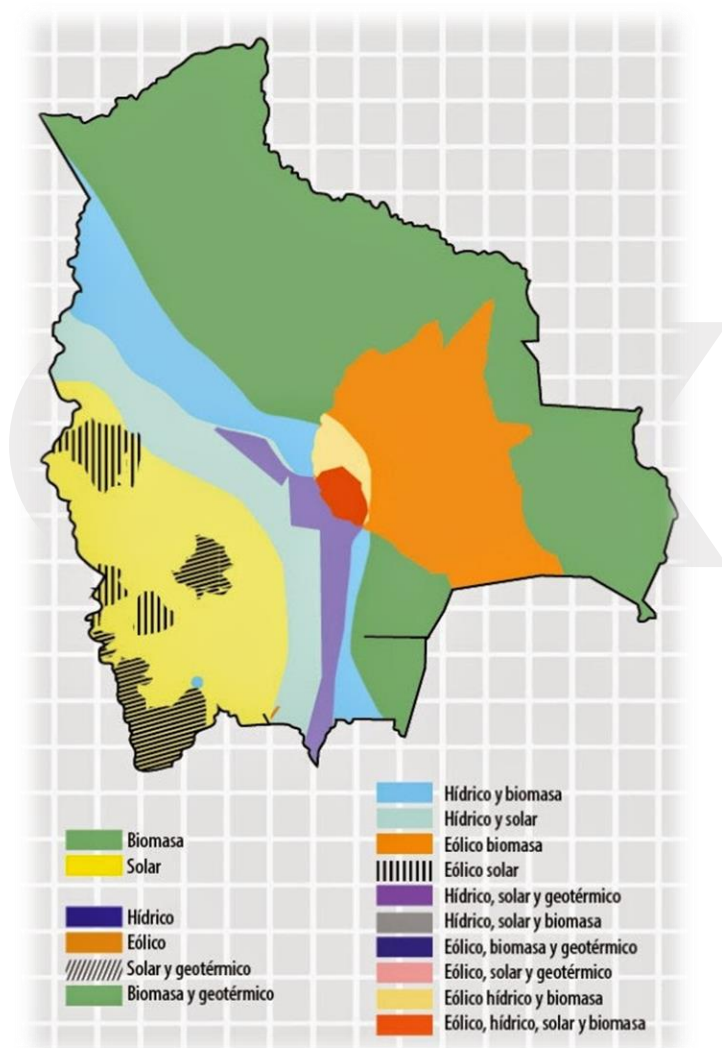
1. Resumen ejecutivo

Bolivia es un país que cuenta con un extraordinario potencial para la generación de energía a partir de fuentes energéticas. Cuenta con gas natural, viento, sol, vapor y agua, con suficiente rendimiento para su aprovechamiento energético. Bolivia ha sido intensiva en la explotación de hidrocarburos, para autoconsumo y exportación de gas, principalmente, a Argentina y Brasil.

En recientes informes se ha destacado el éxito que tendría la transición energética, generando de esta forma una oportunidad económica para el país.

Según datos de la gestión a 31 de diciembre de 2021, la potencia total instalada fue de 4.136,3 MW, siendo un 70,68 % termoeléctrica, un 18,35 % hidroeléctrica y un 10,96 % energías renovables. La potencia total efectiva fue de 3.757,7 MW, dividiéndose en un 68,65 % termoeléctrica, un 19,63 % hidroeléctrica y un 11,73 % energías renovables. Sin embargo, existe una apuesta firme por el gobierno de cambiar la matriz energética en el medio plazo, y en el que los planes energéticos para el país comienzan a dar prioridad a las energías renovables por su viabilidad, la rentabilidad a largo plazo, respeto al medio ambiente y la seguridad energética que brindan.

MAPA DEL POTENCIAL DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN BOLIVIA



Fuente: Energías Renovables y Desarrollo Sostenible en Bolivia (EERR Bolivia, 2014)



Desde hace años se lleva apostando por los siguientes planes y programas gubernamentales:

- Plan de Energías Alternativas 2025¹.
- Plan de Universalización - Bolivia con Energía 2010 – 2025.
- Plan Eléctrico del Estado Plurinacional de Bolivia 2025.
- Programa Electricidad para Vivir con Dignidad.

En la actualidad no existe ninguna normativa en Bolivia que recoja exclusivamente las actividades contempladas de energías renovables. En su defecto, es el **Decreto Supremo N.º 2048** de julio de 2014 en el que se establece el mecanismo de remuneración para la generación de electricidad a partir de Energías Alternativas en el Sistema Interconectado Nacional (en adelante, SIN)².

Asimismo, a través de la reciente promulgación del Decreto Supremo N.º 4477, el gobierno ha abierto la puerta a la generación distribuida. El objetivo es involucrar a la población en el cambio de la matriz energética, permitiéndoles generar su propia energía en su lugar de consumo.

En la Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia del 2009 se especifica que “las Políticas de generación, producción, control, transmisión y distribución de energía en el sistema interconectado” son “competencias exclusivas del nivel central del Estado” a través de la Empresa Nacional de Electricidad de Bolivia, ENDE Corporación, por lo que no están contempladas las concesiones.

Por ello, la colaboración del sector privado se limita a los Sistemas Aislados y al autoconsumo en la cadena a producción de electricidad. Tampoco se cuenta con suficientes estudios que cuantifiquen el potencial real que tiene el país en esta materia. En consecuencia, se considera un sector en desarrollo que a largo plazo puede resultar muy interesante para empresas que quieran invertir; ya sea para la realización de estudios de viabilidad, en la venta de equipos como en las áreas de consultoría, ingeniería y/o construcción del sector para la participación de las empresas en proyectos que se están contemplando en los concursos públicos.

Dentro del sector eléctrico boliviano coexisten dos sistemas: el SIN, que abastece de electricidad a las principales ciudades del país y cubre las necesidades eléctricas de todos los departamentos menos Pando. Por otro lado, existen los Sistemas Eléctricos Aislados (en adelante, SA) que abastecen eléctricamente a las poblaciones y comunidades a las que no llega la red eléctrica y la electricidad es generada cerca de los propios lugares de consumo.

La demanda de electricidad en Bolivia es una de las más bajas de la región con una demanda máxima registrada en los nodos del Sistema Troncal de Interconexión (STI) en 2021 de 1.574,09

¹ Plan completo en: <https://www.bivica.org/file/view/id/4689>

² Más información en la página 9, apartado “1.1. Sistema Interconectado Nacional”



MW el lunes 22 de noviembre, y una potencia efectiva en el Sistema Interconectado Nacional (SIN) que llegó a los 3.398,8 MW en ese mismo año, siendo el consumo per cápita de 761,71 kWh.

En 2015, la cobertura eléctrica nacional alcanzaba al 86,5 % de la población y se fue incrementando hasta llegar al 93,5 % en 2019. En el área urbana pasó de 97,3 %, en 2015, a 99 %, en 2019; y en el área rural incrementó de 70,1% a 79,9 % en el mismo periodo de tiempo. Para el 2025 se estima llegar al 100 % de cobertura eléctrica nacional, sin embargo, la cobertura eléctrica alcanzó en Bolivia el 94,6 % de la población durante el año 2021, siendo del 80,6 % en zonas rurales. En esta última, las fuentes de energía como la biomasa, la micro hidroenergía y la energía solar a pequeña escala puedan abastecer a pequeñas comunidades o incluso de manera domiciliaria totalmente descentralizada, por lo que resultan ser las soluciones más eficientes. Para la población urbana, sin embargo, al encontrarse en su mayoría conectada a la red eléctrica del SIN, el potencial de las energías renovables está en los proyectos del gobierno de grandes plantas eólicas, solares, geotérmicas o incluso de biomasa.

La energía forma parte de un mercado muy controlado por el gobierno dado que se considera un sector clave en la economía y los precios están regulados por el Estado. Por lo tanto, no se observan grandes diferencias entre las distribuidoras, con una tarifa promedio sin IVA de 10,36³ USD por kilovatio hora (USD/kWh).

En lo relativo a las energías renovables, el gobierno boliviano ha presentado el Plan Eléctrico del Estado Plurinacional de Bolivia - 2025 para la inversión en la diversificación de la matriz energética entre 2014 y 2025. Este proyecto supondría un desembolso de 1.153,1 millones USD, para obtener 548 MW proveniente de energías alternativas.

En general, los servicios y productos españoles son muy valorados y respaldados con el éxito en los proyectos de parques eólicos y solares que han realizado diferentes empresas españolas en Bolivia en los últimos años.

En conclusión, las barreras de acceso al mercado de un sector nacionalizado suponen que las oportunidades de negocio para las empresas españolas estén orientadas a las actividades de ingeniería, construcción y mantenimiento en materia de plantas destinadas a la generación de energías mediante fuentes renovables. Existen proyectos y posibilidades de acceso, aunque habrá que tener en cuenta las posibilidades de financiamiento de este tipo de iniciativas teniendo en cuenta la apuesta estatal por la generación hidroeléctrica con una previsión de inversión intensiva. Asimismo, ha de tenerse en cuenta la reciente recesión económica provocada por el COVID-19 y la guerra Rusia-Ucrania, lo cual provoca una elevada vulnerabilidad en el crecimiento económico.

³ Anuario Estadístico 2021. Autoridad de Fiscalización y Control Social de Electricidad.

2. Definición del sector

El presente estudio de mercado ha sido realizado por la Oficina Económica y Comercial de España en La Paz (Bolivia) sobre el sector de energías renovables en Bolivia y recoge un análisis de las siguientes fuentes de energía: eólica, geotérmica, micro hidroenergía, solar fotovoltaica, termosolar y biomasa.

Históricamente, Bolivia fue pionera en adoptar el paradigma del desarrollo sostenible, sin embargo, el país ha apostado sobre todo en los últimos años por la generación de energía a partir de los hidrocarburos gracias a la cantidad de yacimientos con los que cuenta el país.

La nueva meta del Gobierno es incrementar el uso de energías alternativas y llegar a generar más de 2.000 MW con energías renovables, incorporando nuevos proyectos hidroeléctricos, solares, eólicos, geotérmicos y otros que posibiliten la reducción de la contaminación ambiental. Esto ha obligado al gobierno boliviano a cambiar la dirección en cuanto a su matriz energética. En la actualidad, se está apostando mayoritariamente por la energía hidroeléctrica.

Es a partir de 2010 cuando Bolivia comienza a proyectar acciones de cambio en la matriz energética, enfocándose en la energía hidroeléctrica convencional y energías alternativas. Desde 2011, el país cuenta con una Política de Energías Alternativas para el sector eléctrico.

Sin embargo, el país cuenta con poca experiencia en el sector, esto supone un desafío a nivel nacional, en el que es necesaria la definición de una estrategia para el aprovechamiento de los recursos naturales existentes en Bolivia en materia de energía renovable. Además, actualmente no existe ninguna normativa en Bolivia que recoja completamente las actividades contempladas de energías renovables. En su defecto, es el Decreto Supremo N.º 2048 de julio de 2014 en el que se establece el mecanismo de remuneración⁴ para la generación de electricidad a partir de Energías Alternativas en el SIN⁵.

A pesar de la situación, el Viceministerio de Medio Ambiente y Energías Alternativas (VMEEA) está trabajando en el Proyecto de Ley de Energías Alternativas, que normará sobre el desarrollo y aprovechamiento de las fuentes de energía alternativas, contribuyendo al acceso universal y fomentando su participación en la matriz energética⁶, creando un nuevo marco por las

⁴ El Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) mediante el DS 2048, permite que el mercado eléctrico ofrezca una remuneración adicional a los proyectos de energías alternativas para que puedan pagarse los costos de inversión, operación y mantenimiento de los mismos. El decreto establece que los proyectos que accedan a este beneficio después de ser aprobados por el Ministerio de Hidrocarburos y Energía (MHE) la Autoridad de Electricidad (AE) fijará el precio de remuneración para cada proyecto. La diferencia entre el precio de remuneración total y el precio pagado por el MEM será cubierta por el propio mercado.

⁵ Más información en el apartado "1.1. SISTEMA INTERCONECTADO NACIONAL (SIN)" de la página 10.

⁶ Proyecto de Ley de Energías Alternativas (2013). Ministerio de Hidrocarburos y Energía. <https://www.hidrocarburos.gob.bo>

características propias afectadas por factores de intermitencia y estacionalidad. Esta nueva norma podrá fortalecer las condiciones técnicas, operativas y económicas para el desarrollo de proyectos de generación eléctrica a partir del aprovechamiento de fuente de energías alternativas.

Asimismo, en marzo de 2022 se aprobó el Decreto Supremo N.º 4477⁷ que introduce la regulación de la Generación Distribuida (GD) en Bolivia, la GD es definida como la generación de energía eléctrica que se caracteriza por ser un sistema de generación descentralizado e instalado en el lugar de consumo, de pequeña a mediana escala, con fuentes renovables, conectadas a la red de distribución a fin de inyectar sus excedentes de generación.

Esta nueva regulación involucra a la población, promoviendo la generación de energía limpia para su propio consumo y para aportar a la matriz energética boliviana, lo que no solo es una forma de cuidar a la Madre Tierra, sino que también promueve la reactivación económica del país.

En la Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia del 2009, en el artículo 379 se establece que “el Estado desarrollará y promoverá la investigación y el uso de nuevas formas de producción de energías alternativas, compatibles con la conservación del medio ambiente”. En la misma, artículo 378 II, también se especifica concretamente que *“es facultad privativa del Estado el desarrollo de la cadena productiva energética en las etapas de generación, transporte y distribución, a través de empresas públicas, mixtas, instituciones sin fines de lucro, cooperativas, empresas privadas, y empresas comunitarias y sociales, con participación y control social. La cadena productiva energética no podrá estar sujeta exclusivamente a intereses privados ni podrá concesionarse. La participación privada será regulada por la ley”*.

Según estimaciones del Plan Eléctrico del Estado Plurinacional de Bolivia 2025⁸, en 2020 alrededor del 61 % de la energía eléctrica proviene de fuentes termoeléctricas, el 33 % de fuentes hidroeléctricas y tan solo el 6 % de energías renovables. Sin embargo, en el último Balance Energético Nacional (2006-2020)⁹ la composición de la matriz eléctrica se compone de la siguiente manera: gas natural un 64,37 %, hidroenergía 29,31 %, energías alternativas (eólica y solar) un 3,13 %, biomasa 2,59 % y diésel 0,59 %.

Se trata de un desafío complejo, pero que poco a poco las energías renovables comienzan a dar sus primeros frutos. Si bien existen muchas fuentes de energía alternativa potenciales en Bolivia, actualmente están siendo utilizadas mayoritariamente la biomasa, la hidroelectricidad y la energía solar. Otras fuentes de energía como la eólica y la geotérmica comienzan sus primeros estudios técnicos y proyectos en Bolivia.

⁷ Decreto Supremo N.º 4477: <https://cbe.com.bo/noticia/reglamentacion-de-la-generacion-distribuida>

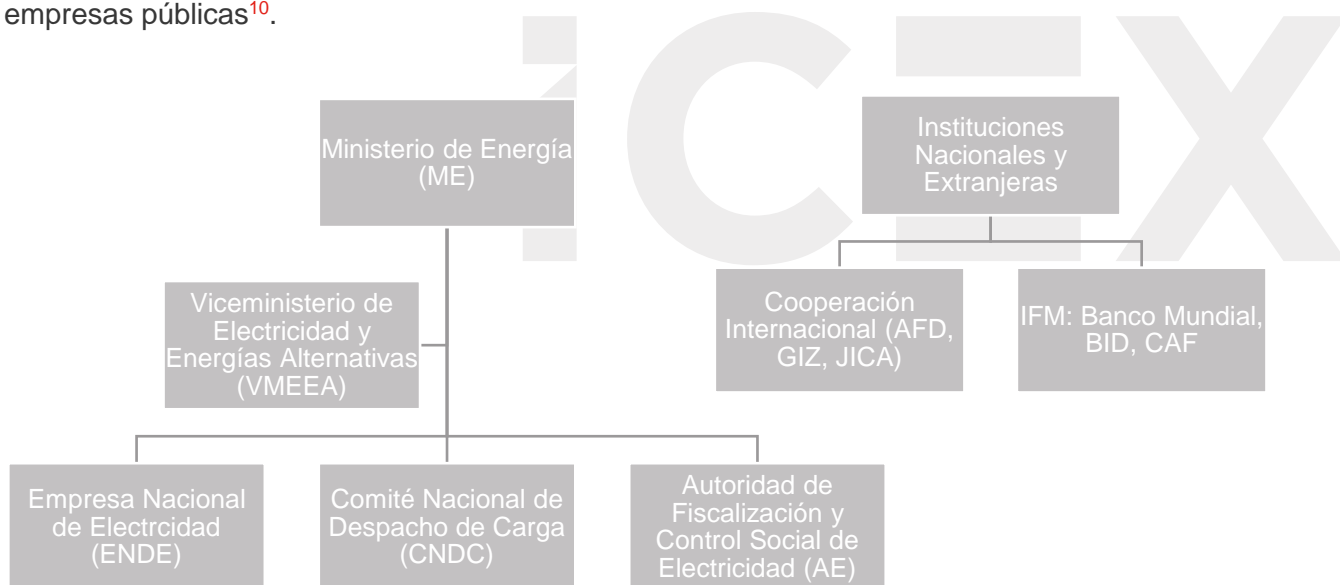
⁸ Plan eléctrico del Estado Plurinacional de Bolivia 2025: <https://observatoriocdbolivia.files.wordpress.com/2015/08/peebol2025.pdf>

⁹ Balance Energético Nacional (diciembre, 2021). Disponible en: <https://www.mhe.gob.bo/balance-energetico-nacional-2006-2020/>

3. Oferta

3.1. Red Eléctrica

Con la promulgación de la Constitución Política el Estado (CPE), en febrero de 2009 se establece como facultad privativa del estado el desarrollo de la cadena productiva energética en las etapas de generación, transmisión y distribución. Las diferentes formas de energía y sus fuentes constituyen un recurso estratégico y su acceso es un derecho fundamental y esencial para el desarrollo integral y social del país. En este sentido, se han dado pasos importantes hacia un nuevo marco normativo, al amparo del cual el estado tiene un papel fundamental en la industria eléctrica boliviana a través de la Empresa Nacional de Electricidad (ENDE). En las tres etapas de la energía, generación, transmisión y distribución es ENDE quien realiza las actividades a través de diferentes empresas públicas¹⁰.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas (VMEEA, 2018)

En Bolivia, el Comité Nacional de Despacho de Carga (CNDC) es la entidad estratégica del sistema eléctrico nacional. Es la responsable de la operación del SIN que coordina de forma integral la operación de las instalaciones de generación y transmisión con el despacho de carga eléctrica en tiempo real.

La Autoridad de Fiscalización y Control Social de Electricidad (AE) regula, controla y fiscaliza las actividades de la industria eléctrica con participación y control social, garantizando los intereses y

¹⁰ Más información en Anexo 1: "2.1. Empresas eléctricas en Bolivia"

derechos de los consumidores, creando las condiciones para el acceso universal y equitativo al servicio básico de electricidad y asegurando el desarrollo eficiente y sostenible de la industria eléctrica.

Otros agentes que también contribuyen al desarrollo del sector de renovables son las entidades multilaterales (Banco Mundial, BID y CAF), desde el punto de vista técnico y financiero, y las cooperaciones internacionales (francesa, alemana, japonesa) desde el punto de vista técnico y de apoyo institucional.

Dentro del sector eléctrico boliviano coexisten el Sistema Interconectado Nacional y los Sistemas Eléctricos Aislados, formados por empresas integradas verticalmente en los que la electricidad se genera cerca de los propios lugares de consumo.

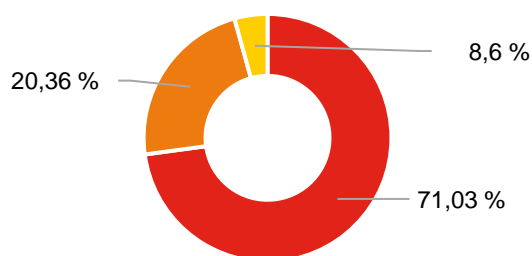
3.1.1. Sistema Interconectado Nacional (SIN)

Este sistema tiene la función de suministrar energía eléctrica a los departamentos de La Paz, Santa Cruz, Cochabamba, Oruro, Potosí, Chuquisaca y Beni, siendo Pando el único Departamento que no está conectado al SIN; y representa el 90 % de la capacidad instalada. Asimismo, existe un Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) que está formado por agentes que efectúan operaciones spot¹¹ de compra, venta y transporte de electricidad en el SIN. Este mercado es administrado por el CNDC que planifica la operación integrada del SIN, realiza el despacho de carga¹² en tiempo real a costo mínimo y determina las transacciones.

La generación bruta de las centrales del Sistema Interconectado Nacional (SIN) en el año 2021 fue de 9.966,2 GWh, lo que representó el 91,6 % de la energía total producida en Bolivia.

POTENCIA INSTALADA POR TIPO DE TECNOLOGÍA (%)

Gestión 2021 - SIN



■ SIN - Termoelectrica ■ SIN - Hidroeléctrica ■ SIN - E. Alternativas

Fuente: Autoridad de Fiscalización Electricidad y Tecnología Nuclear, Anuario Estadístico 2021.

¹¹ La gran mayoría de transacciones en el MEM se realizan en el mercado spot, es decir, al precio vigente en el mercado al momento de la transacción.

¹² Despacho de carga se define como la asignación específica de carga a centrales generadoras para lograr un suministro eléctrico económico y confiable de acuerdo con las variaciones de oferta y demanda de electricidad.

El SIN¹³ está formado por 12 empresas generadoras, 4 transmisoras y 10 distribuidoras mayores además de los consumidores no regulados, que son 5 y varias empresas distribuidoras menores.

Las tres empresas con mayor capacidad instalada son ENDE Andina, ENDE Guaracachi y ENDE Vallehermoso. Son las que más generación bruta aportaron al sistema, seguida de ENDE Corani.

OPERADORAS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

Empresas de Generación Eléctrica	Descripción
ENDE GUARACACHI	Opera la Planta Termoeléctrica de Aranjuez (36,7 MW), Planta Termoeléctrica de Guaracachi (348,3 MW), Planta Termoeléctrica Karachipampa (11,31 MW), Térmica Moxos en Trinidad, Planta Termoeléctrica San Matías (4,20 MW), Planta Termoeléctrica Santa Cruz (42,3 MW), Hidroeléctrica San Jacinto (8 MW) y la operación de generación en plantas de renovables, que son las plantas solares de Uyuni (60 MW) en Potosí, Yunchará en Tarija (5 MW), Solar Fotovoltaica Cobija (5 MW), y El Sena.
COBEE	La Compañía Boliviana de Energía Eléctrica S.A. opera las centrales de Zongo, Miguillas y Kenko. Su máximo accionista es Inkia Holdings.
ENDE CORANI	Enfocada en el sector hidroeléctrico y eólico, opera las hidroeléctricas de Corani, Santa Isabel, San José I, San José II y Misicuni. Y las eólicas de Qollpana, Warnes, San Julián y El Dorado. En ejecución tiene el proyecto hidroeléctrico Miguillas.
ENDE VALLEHERMOSO	Opera la Central Termoeléctrica Carrasco (134,24 MW), Termoeléctrica Vallehermoso (42,3 MW) y Termoeléctrica El Alto (28,7 MW + 52,82 MW) aunque también está ejecutando numerosos proyectos en el sector hidroeléctrico (Ivirizu).
CEC BULO BULO	La Compañía Eléctrica Central Bulo Bulo es una subsidiaria de YPFB Corporación que tiene como actividad principal la industrialización del gas natural mediante la generación de electricidad a través de turbinas termoeléctricas.
ERESA – RIOELEC S.A.	Empresa en el marco de riesgo compartido entre ENDE Vallehermoso y la Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL), con el objetivo de administrar, operar y mantener las plantas hidroeléctricas del río Yura (Kilpani, Landara y Punutuma), plantas que se encuentran en la provincia Antonio Quijarro del departamento de Potosí.
HIDROBOL	Hidroeléctrica Boliviana S.A. es una empresa eléctrica que opera el Complejo Hidroeléctrico Taquesi con las unidades de Chojilla y Yanacachi Norte.
SYNERGIA	Sociedad Industrial Energética y Comercial Andina S.A opera la central de Kanata de Cochabamba con aportación al Sistema de Integración Nacional.
SDB	Servicios de Desarrollo de Bolivia S.A. opera la central de Quehata en Cochabamba.
GUABIRA ENERGIA	Ingenio Guabirá es una compañía privada azucarera y de destilados boliviana. Contribuye al Sistema Integrado Nacional.
ENDE ANDINA	Opera la Planta Termoeléctrica Entre Ríos, Termoeléctrica del Sur y Termoeléctrica Warnes.
ENDE GENERACION	Filial de ENDE Corporación para la generación eléctrica.

Fuente: CNDC

¹³ Comité Nacional de Despacho de Carga (CNDC). Ministerio de Hidrocarburos y Energías (2022). Conformación Mercado Eléctrico Mayorista. <https://www.cndc.bo/empresa/conformacion.php>

Conforme a los últimos datos del SIN, en el mes de septiembre de 2022, la capacidad de generación en fue de 2,992.04 MW. La producción bruta en centrales de generación, en el mes de septiembre, se distribuyó de la siguiente manera: hidroeléctrica 22,40 %, termoeléctrica 70,06 %, eólica 4,05 % y solar 3,49 %¹⁴.

La red de transmisión está operada por 4 empresas, de las cuales dos son privadas. El Sistema Troncal de Interconexión (STI) contaba en 2021 con 5.919,5 km de longitud de líneas de alta tensión. El dato más actual, fue registrado en septiembre de 2022: 6.825,9 km.

EMPRESAS DE TRANSMISION EN EL STI

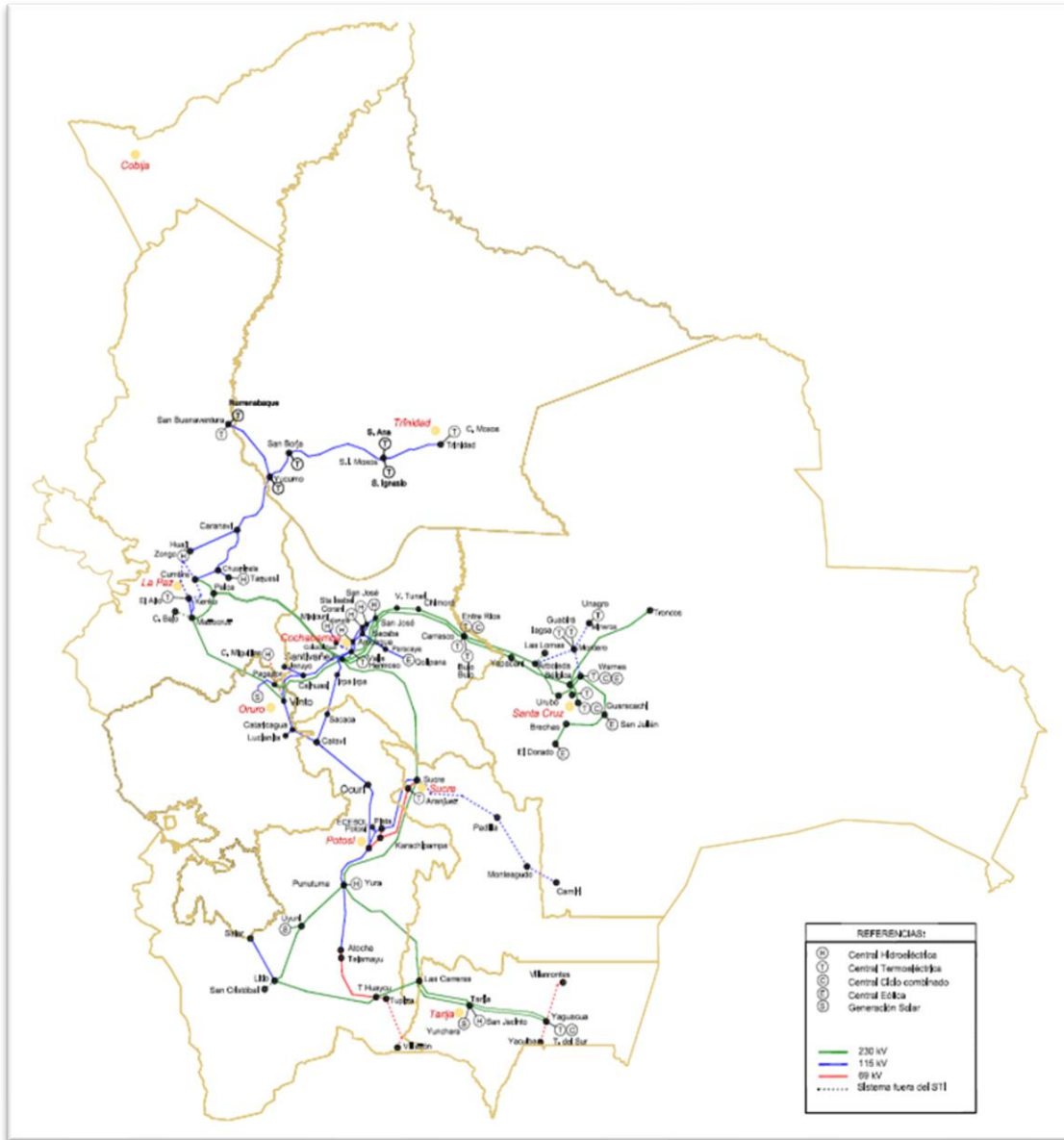
Febrero, 2022

Empresa de Transmisión	Descripción	Componente	Longitud de Líneas de Alta Tensión (km)
ENDE TRANSMISION S.A.	ENDE TRANSMISIÓN tiene como fin principal la operación, mantenimiento y operación de la Red de Transmisión Eléctrica en alta tensión de su propiedad y de propiedad de la Empresa Nacional de Electricidad (ENDE), de la cual ENDE TRANSMISIÓN es empresa filial, dentro el Sistema Interconectado Nacional (SIN).	Líneas en 230 kV	1.999,6
		Líneas en 115 kV	1.410
		Líneas en 69 kV	214,2
ISA BOLIVIA	Interconexión Eléctrica ISA Bolivia S.A., es una sociedad anónima constituida bajo las leyes de la República de Bolivia el 14 de Julio de 2003, dedicada al servicio de transmisión de energía eléctrica a través de la administración, operación y mantenimiento de la infraestructura de cuatro (4) circuitos en el nivel de tensión de 230 kV y cinco subestaciones: Santiváñez, Sucre, Punutuma, Urubó y Arboleda.	Líneas en 230 kV	587
ENDE	Filial de ENDE Corporación para la transmisión eléctrica.	Líneas en 230 kV	1050,4
		Líneas en 115 kV	491,1
SAN CRISTOBAL TESA	SAN CRISTOBAL TRANSMISORA DE ELECTRICIDAD S.A. ha desarrollado e implantado un sistema de operación y mantenimiento para las instalaciones de la línea 230 kV y subestaciones de Punutuma y Uyuni-Litio, en el Sistema Interconectado Nacional.	Líneas en 230 kV	167,3
Total			5.919,5

Fuente: Autoridad de Fiscalización Electricidad y Tecnología Nuclear, Anuario Estadístico 2021.

¹⁴ Resumen de la operación del MEM, CNDC. Disponible en: https://www.cndc.bo/reporte/index_dos.php

SISTEMA TRONCAL DE INTERCONEXIÓN (STI) 2021



Fuente: CNDC



Respecto a la actividad de distribución, existen 10 empresas distribuidoras cada una de las cuales tiene una determinada zona de concesión que le ha sido otorgada mediante licitación.

EMPRESA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

Empresas de Distribución Eléctrica	Descripción
CRE	En 1970 inició operaciones con 10.000 socios. Actualmente CRE es una compañía privada que atiende a aproximadamente 650.000 consumidores en 14 de las 15 provincias del Departamento de Santa Cruz, es la distribuidora de energía eléctrica más grande de Bolivia en ventas de energía y la Cooperativa Eléctrica con mayor cantidad de consumidores en el mundo.
DELAPAZ	DELAPAZ es la mayor empresa de distribución de energía eléctrica del país, brinda el servicio de suministro de electricidad a más de 868.546 consumidores de las ciudades de La Paz, El Alto y las provincias del departamento de La Paz.
ELFEC S.A.	La mayor parte del accionariado de la Empresa de Luz y Fuerza Eléctrica Cochabamba pertenecen a la Empresa Nacional de Electricidad (ENDE). Provee los servicios de distribución en la ciudad de Cochabamba.
ENDE DEORURO	Empresa de distribución con área de actuación el Departamento de Oruro.
CESSA	CESSA es una empresa moderna con tecnología de punta, líder en el mercado regional que distribuye energía eléctrica a todo el departamento de Chuquisaca e incursiona en otros mercados eléctricos, desarrollando nuevos servicios no regulados.
SEPSA	Servicios Eléctricos Potosí Sociedad Anónima es una empresa con cobertura en el Departamento de Potosí abarcando desde la ciudad hasta el área rural.
ENDE	Filial de ENDE Corporación para la distribución eléctrica.
SETAR	Servicios Eléctricos Tarija da servicios de distribución eléctrica en el Departamento de Tarija.
EMDEECRUZ	Fundada el año 2015, con la misión de proveer energía en media tensión, potenciando así las industrias nacientes del nuevo Parque Industrial Latinoamericano de Warnes.
ENDE DELBENI S.A.M.	Empresa de distribución subsidiaria de ENDE que opera en el Departamento de Beni.

Fuente: CNDC

Por último, están los consumidores no regulados que se definen como aquellos que demandan más de 1 MW de potencia.

CONSUMIDORES NO REGULADOS

Consumidores No Regulados	Descripción
EM VINTO	Empresa dedicada al sector de la industria metalúrgica.
COBOCE	Empresa dedicada al sector de la industria cementera.
MINERIA SAN CRISTOBAL	Empresa dedicada al sector minero.
YLB	Empresa dedicada al sector del litio.
LAS LOMAS	Empresa dedicada al sector de la industria metalúrgica y minera.

Fuente: CNDC

3.1.2. Sistemas Aislados (SA)

El SIN no suministra red eléctrica en las poblaciones del norte y oeste del país, por lo que es el SA el que provee energía en estas áreas, generada en el mismo lugar o cerca. En este sistema existen varios operadores integrados verticalmente que generan y distribuyen la electricidad. En cuanto a la generación bruta de energía de los principales sistemas aislados, la generación bruta en los Sistemas Aislados en la gestión 2021 alcanzó a un valor de 414,1 GWh¹⁵ y estuvo conformada por 67,54 % de generación termoeléctrica, 32,17 % de generación con energías alternativas (solar y biomasa) y 0,29 % de generación hidroeléctrica, que cubrió la demanda de energía de 193.077 usuarios.

En el Sistema Aislado, hasta 2021, los principales Sistemas Aislados Verticalmente se encuentran en los departamentos de Santa Cruz, Beni, Pando y Tarija, siendo los siguientes:

Departamento de Pando

- ENDE – Cobija
- ENDE – El Sena
- ENDE – Gonzalo Moreno
- ENDE – Villa Nueva
- ENDE – Santos Mercado

Departamento del Beni

- ENDE – Riberalta
- ENDE DELBENI S.A.M – Guayaramerín
- ENDE DELBENI S.A.M – Rosario del Yata
- ENDE DELBENI S.A.M – Cachuela Esperanza
- ENDE DELBENI S.A.M – Puerto Ustarez
- ENDE DELBENI S.A.M – Baures
- ENDE DELBENI S.A.M – Bella Vista
- ENDE DELBENI S.A.M – Huacaraje
- ENDE DELBENI S.A.M – El Carmen de Iténez
- ENDE DELBENI S.A.M – Exaltación

Departamento de Santa Cruz

- CRE R.L. – Germán Bush
- CRE R.L. – Las Misiones
- CRE R.L. – Valles Cruceños
- CRE R.L. – Cordillera



¹⁵ Autoridad de Fiscalización Electricidad y Tecnología Nuclear, Anuario Estadístico 2021.



- CRE R.L. – San Ignacio de Velasco
- CRE R.L. – Chiquitos
- CRE R.L. – Charagua
- CRE R.L. – El Espino
- ENDE Guaracachi S.A. - San Matías

Departamento de Tarija

- SETAR – Bermejo
- SETAR – Entre Ríos

Durante la gestión 2021 las ventas de energía eléctrica en los Sistemas Aislados alcanzaron a 414.104,53 MWh, de este total, el 61,85 % corresponde a CRE R.L., el 16,26 % a ENDE, el 4,89 % a CER, el 7,02 % a SETAR, el 7,41 % a ENDE DELBENI S.A.M. y el 2,58 % a ENDE GUARACACHI S.A.

También hay sistemas aislados menores formados por pequeñas cooperativas y generadores autoprodutores.

Los Sistemas Aislados, siguen teniendo su función en lugares muy alejados y de difícil acceso, sin embargo, cabe mencionar la disminución del número de consumidores de este, ya que el gobierno está fortaleciendo la red del SIN que poco a poco va cubriendo necesidades que hasta el momento cubrían los SA.

3.1.3. Autoconsumo eléctrico

Como parte del análisis de este estudio, se ha querido incluir un apartado de autoconsumo, especialmente en el caso de agua caliente sanitaria (placas termosolares), paneles fotovoltaicos domiciliarios y consumo eléctrico a partir de biomasa.

En zonas rurales en las que no existe conexión eléctrica del SIN ni los SA, este tipo de energía eléctrica tendría un nicho de mercado considerable.

A continuación, se muestran las partidas arancelarias de las que se aportarán los datos de importación y las barreras aduaneras a las que están sometidas.

BARRERAS ADUANERAS A LA IMPORTACION DE PARTIDAS ARANCELARIAS PARA LA GENERACION DE ENERGIA

Código arancelario	Descripción	Unidad	Arancel (%)	IVA (%)
8416	Quemadores para la alimentación de hogares, de combustibles líquidos o sólidos pulverizados o de gases; alimentadores mecánicos de hogares, parrillas mecánicas, descargadores mecánicos de cenizas y demás dispositivos mecánicos auxiliares empleados en hogares.	U	5 % - 10 %	14,94 %
8417	Hornos industriales o de laboratorio, incluidos los incineradores, que no sean eléctricos.	U	0 % - 5 % - 10 %	14,94 % o exento
8419	Aparatos, dispositivos o equipos de laboratorio, aunque se calienten eléctricamente (excepto los hornos y demás aparatos de la partida 85.14), para el tratamiento de materias mediante operaciones que impliquen un cambio de temperatura, tales como calentamiento, cocción, torrefacción, destilación, etc.	U	0 % - 5 % - 10 %	O exento
8541	Diodos, transistores y dispositivos semiconductores similares; dispositivos semiconductores fotosensibles, incluidas las células fotovoltaicas, aunque estén ensambladas en módulos o paneles; diodos emisores de luz; cristales piezoeléctricos montados.	U	0 % - 5 %	14,94 %

Fuente: Arancel Aduanero de Importaciones 2022, Ministerio de Economía y Finanzas Públicas del Estado Plurinacional de Bolivia.

IMPORTACIONES POR AÑO DE PARTIDAS ARANCELARIAS ASOCIADAS A GENERACIÓN DE ENERGÍA

En miles de USD (Valor CIF)

Código arancelario	2017	2018	2019	2020	2021
8416	703	691	674	419	932
8417	34.786	54.894	9.115	2.823	4.520
8419	23.593	27.080	40.245	22.187	23.048
8541	18.983	18.452	3.602	1.068	2.299

Fuente: Trademap

En todas las partidas arancelarias, se ha evidenciado un aumento significativo entre 2020 y 2021. Para quemadores de biomasa para autoconsumo, la cifra de negocio del mercado es de aproximadamente 900.000 USD en 2021. Para hornos de mayor tamaño, este asciende hasta casi los 4 millones y medio de USD, con un gran descenso en el último año.

Para el caso de aparatos y dispositivos de calentamiento (en el que se incluyen las placas termosolares para calentamiento de agua caliente sanitaria), tiene un volumen de negocio de unos 23 millones USD en el año 2021.

La partida 8541 incluye las placas fotovoltaicas, aunque no existe una distinción entre las que son para uso domiciliario o industrial, ésta alcanzó una cifra de 2 millones de USD en 2021, acusando un gran descenso también en comparación con años anteriores.

3.1.4. Generación Distribuida

Mediante el Decreto Supremo 4477, promulgado el 24 de marzo de 2021, el gobierno boliviano ha instaurado la actividad de Generación Distribuida en los sistemas de distribución de energía eléctrica.

La Generación Distribuida es la producción de energía eléctrica de tamaño pequeño y mediano instalada cerca del lugar de consumo. Esto reduce la necesidad de grandes centrales de generación y las desventajas que esto conlleva (extensas líneas de transmisión, subestaciones, grandes transformadores).

El objetivo es involucrar a los usuarios en el cambio de la matriz energética, a través de su participación en la producción de electricidad mediante fuentes renovables, acorde con los objetivos del desarrollo sostenible y el cuidado y protección del medio ambiente y la Madre Tierra. Este decreto también se encarga de determinar la retribución por la energía eléctrica inyectada a la Red de Distribución, es decir, los usuarios tendrán la capacidad de inyectar sus excedentes.

La tecnología fotovoltaica como fuente de generación alternativa es la principal tecnología en este concepto.

CLASIFICACION DE LA POTENCIA INSTALADA PARA GENERACIÓN DISTRIBUIDA

Tipo	Potencia instalada	Nivel de tensión
Nanogeneración	Menor o igual a 10 kW	Baja Tensión (BT), trifásico, bifásico o monofásico.
Microgeneración	Mayor a 10 kW y menor o igual a 50 kW	Baja Tensión (BT) o Media Tensión (MT), trifásico o monofásico.
Minigeneración	Mayor a 50 kW y menor o igual a 350 kW	Media Tensión (MT), trifásico.

Fuente: Guía sobre Procedimientos de retribución, registro, inscripción de empresas instaladoras y recolección de información de Generadores Distribuidos. Disponible en: <https://www.aetn.gob.bo/web/main?mid=1&cid=238>

Para constituirse como empresa instaladora es necesario que la empresa se encuentre inscrita en el Ente Regulador cumpliendo con los requisitos expuestos en la resolución AETN N.º 345/2021

“Procedimiento para la inscripción de empresas dedicadas a la elaboración de proyectos e instalación de Generación Distribuida, en el registro de empresas instaladoras del Ente regulador”¹⁶:

La inscripción tendrá una vigencia de dos años y deberá ser renovada con anterioridad al cumplimiento de este plazo.

Requisitos Legales

- a) Carta de solicitud dirigida al Ente Regulador, solicitando la Inscripción de la Empresa Instaladora.
- b) Formulario de Solicitud de Inscripción correctamente llenado.
- c) Fotocopia simple del carnet de identidad (solo para empresas unipersonales nacionales).
- d) Fotocopias simples de los documentos de constitución de la Empresa Instaladora (solo para sociedades y empresas nacionales).
- e) Certificado Original de inscripción y actualización de Matrícula de Comercio en el Registro de Comercio (SEPREC).
- f) Fotocopia legalizada del Testimonio de Poder o mandato del Representante Legal de la Empresa Instaladora inscrito en el Registro de Comercio (SEPREC) (solo para sociedades).
- g) Certificado de inscripción al Servicio de Impuestos Nacionales (SIN) en el régimen tributario que corresponda y copia simple del Número de Inscripción Tributaria (NIT).
- h) Declaración jurada de inexistencia de incompatibilidades de acuerdo con el Formulario de Inexistencia de Incompatibilidades.
- i) Comprobante de pago de derecho a la Inscripción ante el Ente Regulador.
- j) Señalar domicilio legal de la Empresa Instaladora.
- k) El contrato Tipo que la Empresa Instaladora utilizará para ofrecer sus servicios.

Requisitos Técnicos

- a) Para instalaciones en nanogeneración (potencia instalada menor o igual a 10 kW), la Empresa Instaladora deberá contar como mínimo con un técnico superior electricista o ramas afines con certificación en Energías Alternativas.
- b) Para instalaciones en microgeneración (potencia instalada mayor a 10 kW y menor o igual a 50 kW) y minigeneración (potencia instalada mayor a 50 kW y menor o igual a 350 kW), la Empresa Instaladora deberá contar como mínimo con un profesional con grado de

¹⁶ <https://www.aetn.gob.bo/web/main?mid=1&cid=218>



ingeniería eléctrica (licenciatura) o ramas afines con especialidad en Energías Alternativas.

- c) Currículum Vitae documentado de los integrantes de la empresa, que demuestren experiencia en elaboración de proyectos y/o ejecución de instalaciones eléctricas, de preferencia en Energías Alternativas orientadas a la Generación Distribuida.
- d) Detalle de los trabajos realizados por el personal de la Empresa Instaladora en los dos (2) últimos años, debidamente certificados (Experiencia General).
- e) Relación de los clientes de la Empresa Instaladora en los dos (2) últimos años, relacionados a proyectos e instalaciones eléctricas (Experiencia General).
- f) Relación de los clientes de la Empresa Instaladora a los que prestaron servicios referidos a la elaboración y ejecución de proyectos con energías alternativas (fotovoltaica, eólica u otros) y/o instalación de equipos especializados en la industria eléctrica (inversores, medidores bidireccionales u otros) (Experiencia Específica no excluyente para todos los casos).
- g) Cualquier otra documentación que demuestre experiencia en el manejo de energías alternativas orientadas a la generación distribuida que contribuya a la evaluación de la solicitud de la Empresa Instaladora.

Requisitos para empresas extranjeras

Además de los requisitos establecidos anteriormente, la empresa extranjera solicitante deberá presentar la siguiente documentación:

- a) Fotocopia legalizada por autoridad nacional competente de los documentos de constitución de la Empresa Instaladora con arreglo a la ley de su país de origen (solo para sociedades).
- b) Fotocopia legalizada del documento que acredite la radicación en el país, debiendo constar en el mismo alternativamente: Visa de objeto determinado, tiempo de permanencia temporal en el país o permanencia indefinida (Solo para empresa unipersonal).
- c) Señalar domicilio legal de la empresa instaladora en territorio nacional.



Arancel de derecho de inscripción: las empresas instaladoras deberán pagar un arancel de derecho de inscripción y renovación de inscripción.

COSTOS DE CERTIFICADOS (ARANCELES)

Certificado	Coste (Bs)
Certificado de inscripción empresa unipersonal.	282
Certificado de actualización empresa unipersonal.	174
Certificado de inscripción empresas S.R.L., S.A. y demás tipos societarios	444
Certificado de actualización empresas S.R.L., S.A. y demás tipos societarios	228

Fuente: AETN

EMPRESAS INSTALADORAS DE GENERACION DISTRIBUIDA

Empresa	Ciudad	Ámbito de aplicación	Tipo de proyecto
GRUPO AMESOL S.R.L.	Santa Cruz de la Sierra	Elaboración de proyectos	Nanogeneración
		Ejecución de proyectos	Microgeneración
		Actividades de conexión y adecuación de sistemas	Minigeneración
SOPROSOL S.R.L.	La Paz	Elaboración de proyectos	Nanogeneración
		Ejecución de proyectos	Microgeneración
		Actividades de conexión y adecuación de sistemas	Minigeneración
SERINGEL	La Paz	Elaboración de proyectos	Nanogeneración
		Ejecución de proyectos	Microgeneración
		-	Minigeneración
CASA SOLAR	Trinidad	Elaboración de proyectos	Nanogeneración
		Ejecución de proyectos	Microgeneración
		-	Minigeneración
SIE S.A.	Cochabamba	Elaboración de proyectos	Nanogeneración
		Ejecución de proyectos	Microgeneración
		Actividades de conexión y adecuación de sistemas	Minigeneración
TOTAL RADIO SYSTEMS	La Paz	Elaboración de proyectos	Nanogeneración
		Ejecución de proyectos	Microgeneración
		Actividades de conexión y adecuación de sistemas	Minigeneración
ENERTECH	Cochabamba	Elaboración de proyectos	Nanogeneración
		Ejecución de proyectos	Microgeneración
		Actividades de conexión y adecuación de sistemas	Minigeneración
ENERSOL S.A.	Santa Cruz de la Sierra	Elaboración de proyectos	Nanogeneración
		Ejecución de proyectos	Microgeneración
		Actividades de conexión y adecuación de sistemas	Minigeneración
GAS & ELECTRICIDAD S.A.	Santa Cruz de la Sierra	Elaboración de proyectos	Nanogeneración
		Ejecución de proyectos	Microgeneración
		-	Minigeneración

Fuente: AETN - <https://www.aetn.gob.bo/web/main?mid=1&cid=239>



ARANCELES PARA LA IMPORTACION DE PARTIDAS ARANCELARIAS PARA LA ENERGIA SOLAR

Código arancelario	Descripción	Unidad	Arancel (%)	IVA (%)
8541.42	Células fotovoltaicas sin ensamblar en módulos ni paneles	U	0,00 %	14,94 %
8541.43	Células fotovoltaicas ensambladas en módulos o paneles	U	0,00 %	14,94 %
8419.19	Calentadores solares térmicos	U	5,00 %	Exento
8541.50	Los demás dispositivos semiconductores	U	5,00 %	14,94 %

Fuente: Arancel Aduanero de Importaciones 2022, Ministerio de Economía y Finanzas Públicas del Estado Plurinacional de Bolivia.

3.2. Producción Energética Nacional. SIN y SA

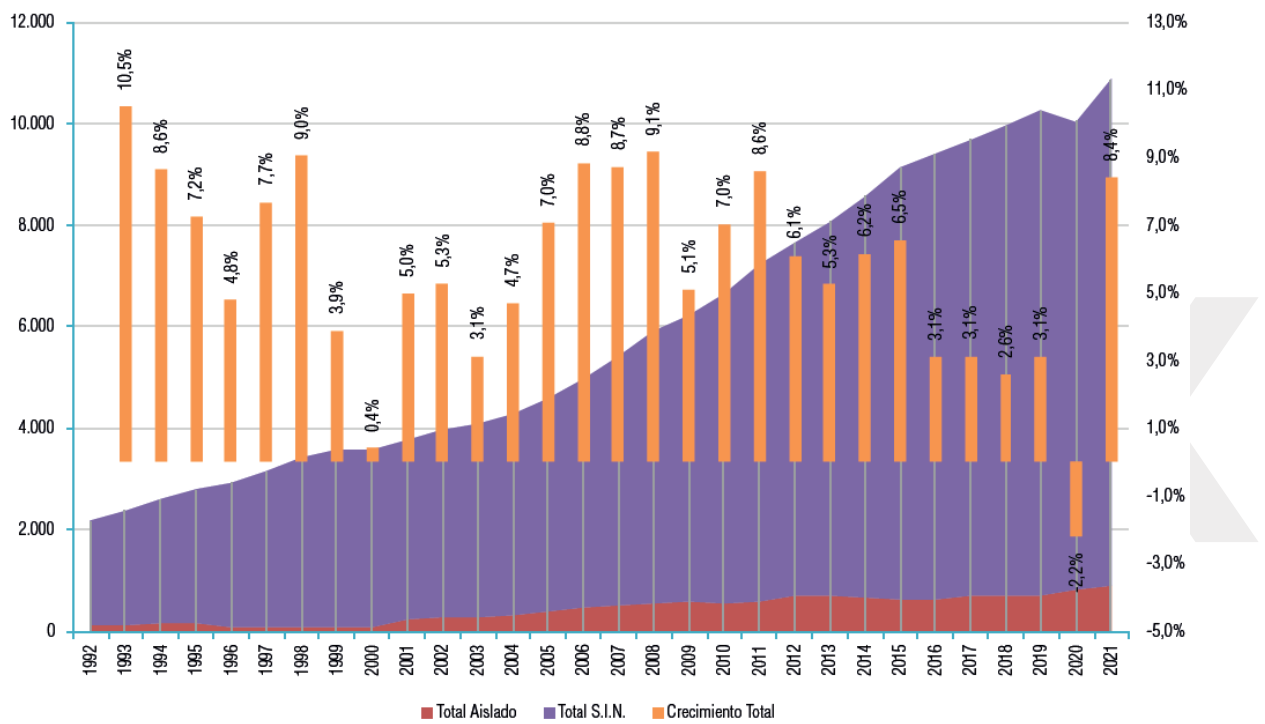
En 2021 la potencia efectiva en el Sistema Interconectado Nacional (SIN) llegó a los 3.398,8 2 MW. A su vez, la demanda máxima registrada en los nodos del Sistema Troncal de Interconexión (STI) fue de 1.574,09 MW y ocurrió el miércoles 22 de noviembre de 2021.

En el caso de los Sistemas Aislados (SA) y los autoprodutores, la potencia instalada en 2021 alcanzó un valor de 413,8 MW, de los cuáles el 67,54 % se corresponde con generación termoeléctrica, y el resto se reparte entre energía hidroeléctrica, biomasa y solar.

En la siguiente figura se puede apreciar la evolución de la oferta energética anual, la cual ha aumentado más de un 90 % en los últimos diez años. Sin embargo, la tasa de crecimiento en 2020 se redujo drásticamente un 2,2 %, debido principalmente a la situación del COVID-19. Este último año ha vuelto a aumentar con un 8,4 %, superando el crecimiento a los años pre - COVID inclusive.

EVOLUCIÓN ANUAL DE LA OFERTA DE GENERACIÓN BRUTA (GWH)

Gráfico I-9
Evolución anual de la Generación Bruta (GWh) - SIN y SA
Periodo 1992 - 2021

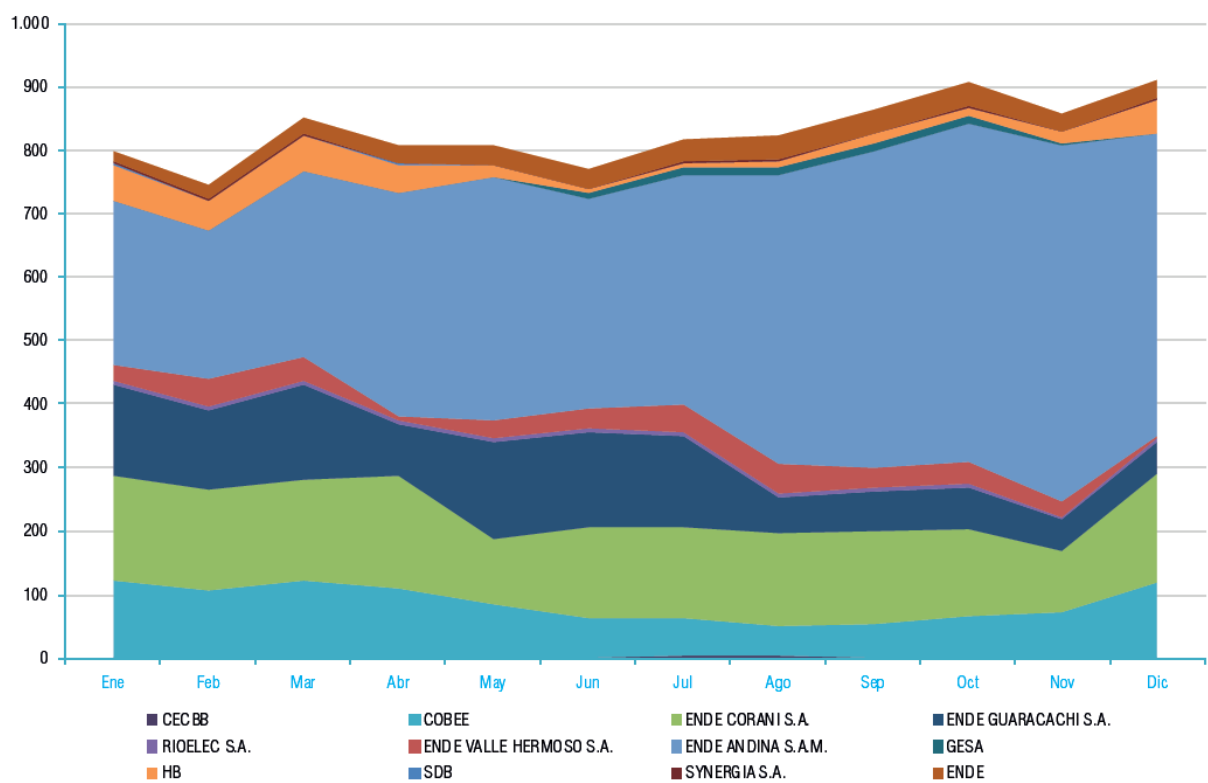


Fuente: Autoridad de Fiscalización Electricidad y Tecnología Nuclear, Anuario Estadístico 2021.

A continuación, se muestra la cuota de producción de energía por compañías operadoras del SIN:

EVOLUCIÓN MENSUAL DE LA GENERACIÓN BRUTA EN EL SIN Y EN EL SA (GWH)
Año 2021

Gráfico I-8
Evolución mensual de la Generación Bruta en el SIN y en el Sistema Aislado (GWh)
Gestión 2021



Fuente: Autoridad de Fiscalización Electricidad y Tecnología Nuclear, Anuario Estadístico 2021.

Las principales empresas generadoras son ENDE ANDINA SAM (1.577,8 MW), ENDE GUARACACHI SA (576,5 MW) y ENDE (367,4 MW) y con un 67,74 % del total de la potencia instalada en el SIN:

- ENDE ANDINA S.A.M.: compuesta por tres plantas termoeléctricas. Planta Entre Ríos con una capacidad efectiva de 526.77 MW, Del Sur con una potencia de 508,49 MW y planta de Warnes con 570,57 MW. Su potencia efectiva es de 1.483,2 MW.

- ENDE GUARACACHI S.A.: tiene una potencia efectiva de 482,2 MW. EGSA también administra el sistema aislado San Matías con una potencia efectiva de 4,74 MW.
- ENDE GENERACIÓN: Corani tiene una potencia efectiva de 352,7 MW correspondiente a las unidades de generación de la central hidroeléctrica Misicuni con 120 MW, la solar de Oruro (Etapa 1 + 2) con 100,02 MW y la termoeléctrica Trinidad con 12 MW.

3.3. Sistema Interconectado Nacional (SIN). Oferta de Generación Eléctrica por Fuente de Energía Renovable

La potencia eléctrica a finales de 2021 en el SIN tiene la siguiente distribución:

POTENCIA INSTALADA Y EFECTIVA DE LAS CENTRALES DE GENERACIÓN POR TIPO DE FUENTE

Cuadro II-2 Sistema Interconectado Nacional									
Potencia instalada y efectiva de las centrales de generación - Gestión 2021									
Empresa	Área	Central	Potencia Instalada			Potencia Efectiva en Bornes*	Potencia Garantizada en nodos de inyección*	Oferta PFirme*	
			Generador		Turbina				
			MVA	MW	MW				
Hidroeléctricas									
ENDE CORANI S.A.	Central	CORANI	78,18	69,40	76,59	65,24	64,01	64,01	
		STA ISABEL	113,70	93,30	97,18	91,11	90,53	90,53	
		SAN JOSÉ	146,20	124,00	125,26	124,00	121,52	121,45	
COBEE	Norte	ZONGO	12,50	10,63	10,80	11,04	10,27	10,12	
		TIQUIMANI	11,10	9,44	9,60	9,72	9,03	8,91	
		BOTIJLACA	7,75	6,59	6,90	6,81	6,32	6,24	
		CUTICUCHO	24,65	21,19	22,01	22,97	21,35	21,06	
		SANTA ROSA	20,56	17,47	17,36	17,59	16,35	16,13	
		SAINANI	11,00	9,90	11,60	10,50	9,76	9,63	
		CHURURAQUI	29,00	26,10	26,59	25,39	23,60	23,28	
		HARCA	30,40	27,36	25,00	25,85	24,03	23,70	
		CAHUA	32,00	28,80	26,66	28,02	26,04	25,69	
		HUAJI	35,40	30,10	29,39	30,15	28,02	27,64	
		Central	MIGUILLA	5,00	4,50	2,98	2,55	2,48	2,43
			ANGOSTURA	9,05	7,25	6,83	6,23	6,06	5,94
			CHOQUETANGA	8,25	7,43	7,83	6,20	6,04	5,91
CARABUCO	7,00		6,30	6,42	6,13	5,97	5,84		
RIOELEC S.A.	Sur	KILPANI	14,57	11,75	11,92	11,49	11,09	10,84	
		LANDARA	6,83	5,55	5,72	5,15	4,97	4,86	
		PUNUTUMA	3,10	2,48	2,76	2,40	2,31	2,26	
HB	Norte	CHOJILLA	40,80	38,70	38,99	38,40	37,49	37,49	
		YANACACHI	58,70	55,70	51,81	50,79	49,58	49,58	
SYNERGIA S.A.	Central	KANATA	8,70	7,60	7,90	7,54	7,10	7,10	
SDB	Central	QUEHATA	2,24	2,22	1,52	1,97	1,92	1,92	
ENDE GUARACACHI S.A.	Central	SAN JACINTO	9,30	8,00	9,20	7,60	7,46	7,46	
ENDE	Central	MISICUNI	148,50	126,23	129,30	120,00	117,60	117,60	
Total Hidroeléctricas			874,48	757,96	768,11	734,84	710,90	707,62	



EL MERCADO DE LAS ENERGIAS RENOVABLES EN BOLIVIA

Empresa	Área	Central	Potencia Instalada			P. efectiva a T. media*		P. efectiva a T. máx Prob. 98%*		PFirme*
			Generador		Turbina	°C	MW	°C	MW	
			MVA	MW						
Termoelectricas										
ENDE GUARACACHI S.A.	Oriental	GUARACACHI	502,4	410,8	382,8	26,0	346,0	37,0	319,6	108,34
		SANTA CRUZ	57,1	47,1	52,6	26,0	42,0	37,0	36,1	32,32
	Sur	ARANJUEZ	53,9	44,4	47,7	15,0	35,2	26,0	33,8	26,15
		V.HERMOSO	175,3	141,6	123,5	18,0	116,6	28,0	107,7	62,13
ENDE VALLE HERMOSO S.A.	Central	CARRASCO	178,4	159,1	113,8	26,0	133,4	37,0	122,9	105,07
		EL ALTO	84,2	71,6	60,8	10,0	49,9	18,0	46,2	38,75
		ENTRE RIOS	602,4	505,5	573,7	26,0	389,3	37,0	358,5	361,37
ENDE ANDINA S.A.M.	Central	T. DEL SUR	619,0	516,2	600,0	22,0	471,0	38,0	410,5	272,77
		WARNES	669,0	556,2	650,5	26,0	567,6	37,0	514,8	434,00
		BULO BULO	183,6	152,8	137,2	26,0	138,7	37,0	135,4	106,74
CECBB	Central	BULO BULO	183,6	152,8	137,2	26,0	138,7	37,0	135,4	106,74
GESA	Oriental	GUABIRÁ	32,0	25,0	21,8	-	21,0	-	21,0	17,49
ENDE	Norte	MOXOS	37,4	30,0	7,9	27,0	25,3	37,0	25,3	17,90
		TRINIDAD	-	-	-	-	-	-	-	-
		SAN BORJA	3,0	2,4	0,2	27,0	1,8	37,0	1,8	1,48
		RURRENABAQUE	3,0	2,4	0,9	27,0	1,8	37,0	1,8	1,49
		YUCUMO	0,6	0,5	-	27	0,35	37	0,35	0,33
		SANTA ANA DE YACUMA	3,8	3,0	0,9	27	1,62	37	1,62	1,34
		SAN INGACIO DE MOXOS	0,8	0,6	0,0	27,0	0,7	37,0	0,7	0,64
Total Termoelectricas			3.205,9	2.669,3	2.774,4		2.342,09		2.140,04	1.588,32

Empresa	Área	Central	Potencia Instalada			P. efectiva a T. media*		P. efectiva a T. máx Prob. 98%*		PFirme*
			Generador		Turbina	°C	MW	°C	MW	
			MVA	MW						
Termoelectricas										
ENDE GUARACACHI S.A.	Oriental	GUARACACHI	502,4	410,8	382,8	26,0	346,0	37,0	319,6	108,34
		SANTA CRUZ	57,1	47,1	52,6	26,0	42,0	37,0	36,1	32,32
	Sur	ARANJUEZ	53,9	44,4	47,7	15,0	35,2	26,0	33,8	26,15
		V.HERMOSO	175,3	141,6	123,5	18,0	116,6	28,0	107,7	62,13
ENDE VALLE HERMOSO S.A.	Central	CARRASCO	178,4	159,1	113,8	26,0	133,4	37,0	122,9	105,07
		EL ALTO	84,2	71,6	60,8	10,0	49,9	18,0	46,2	38,75
		ENTRE RIOS	602,4	505,5	573,7	26,0	389,3	37,0	358,5	361,37
ENDE ANDINA S.A.M.	Central	T. DEL SUR	619,0	516,2	600,0	22,0	471,0	38,0	410,5	272,77
		WARNES	669,0	556,2	650,5	26,0	567,6	37,0	514,8	434,00
		BULO BULO	183,6	152,8	137,2	26,0	138,7	37,0	135,4	106,74
CECBB	Central	BULO BULO	183,6	152,8	137,2	26,0	138,7	37,0	135,4	106,74
GESA	Oriental	GUABIRÁ	32,0	25,0	21,8	-	21,0	-	21,0	17,49
ENDE	Norte	MOXOS	37,4	30,0	7,9	27,0	25,3	37,0	25,3	17,90
		TRINIDAD	-	-	-	-	-	-	-	-
		SAN BORJA	3,0	2,4	0,2	27,0	1,8	37,0	1,8	1,48
		RURRENABAQUE	3,0	2,4	0,9	27,0	1,8	37,0	1,8	1,49
		YUCUMO	0,6	0,5	-	27	0,35	37	0,35	0,33
		SANTA ANA DE YACUMA	3,8	3,0	0,9	27	1,62	37	1,62	1,34
		SAN INGACIO DE MOXOS	0,8	0,6	0,0	27,0	0,7	37,0	0,7	0,64
Total Termoelectricas			3.205,9	2.669,3	2.774,4		2.342,09		2.140,04	1.588,32

Cuadro II-2 Sistema Interconectado Nacional								
Potencia instalada y efectiva de las centrales de generación - Gestión 2021								
Empresa	Área	Central	Potencia Instalada			Potencia Efectiva	Potencia Garantizada en nodos de inyección	Oferta PFirme
			Generador		Turbina			
			MVA	MW	MW	MW	MW	
E. Alternativas								
ENDE CORANI S.A.	Central	QOLIAPANA	31,2	27,0	-	27,0	-	-
ENDE GUARACACHI S.A.	Sur	YUNCHARA	5,72	6,1	-	5,0	-	-
	Sur	UYUNI	63	60,1	-	60,1	-	-
ENDE	Central	ORURO	104,5	99,9	-	99,9	-	-
	Oriental	WARNES	17,6	14,6	-	14,4	-	-
	Oriental	SAN JULIAN	44	36,5	-	36,0	-	-
	Oriental	EL DORADO	61,6	51,1	-	50,4	-	-
Total Renovables			327,6	295,3	-	292,8	-	-
Total SIN			4.407,9	3.722,6	3.542,5	3.369,7	2.650,9	2.295,9

Fuente: Autoridad de Fiscalización Electricidad y Tecnología Nuclear, Anuario Estadístico 2021.

Actualmente, la potencia instalada en el SIN por fuentes de energía renovables para su empleo es de 295,3 MW.

Como se ha mencionado con anterioridad, Bolivia tiene un gran potencial para la generación de energía renovable, especialmente de fuentes como la biomasa, la energía solar, la energía eólica, la micro hidroenergía y la energía geotérmica. En la siguiente ilustración se puede observar el mapa del país, donde se dividen las áreas potenciales de cada energético¹⁷.

¹⁷ Para más información, en el Anexo 2, "2.2. Mapas de energéticos potenciales en Bolivia "se encuentran 5 mapas del país, uno para cada energético describiendo de manera gráfica y visual sus zonas geográficas potenciales.

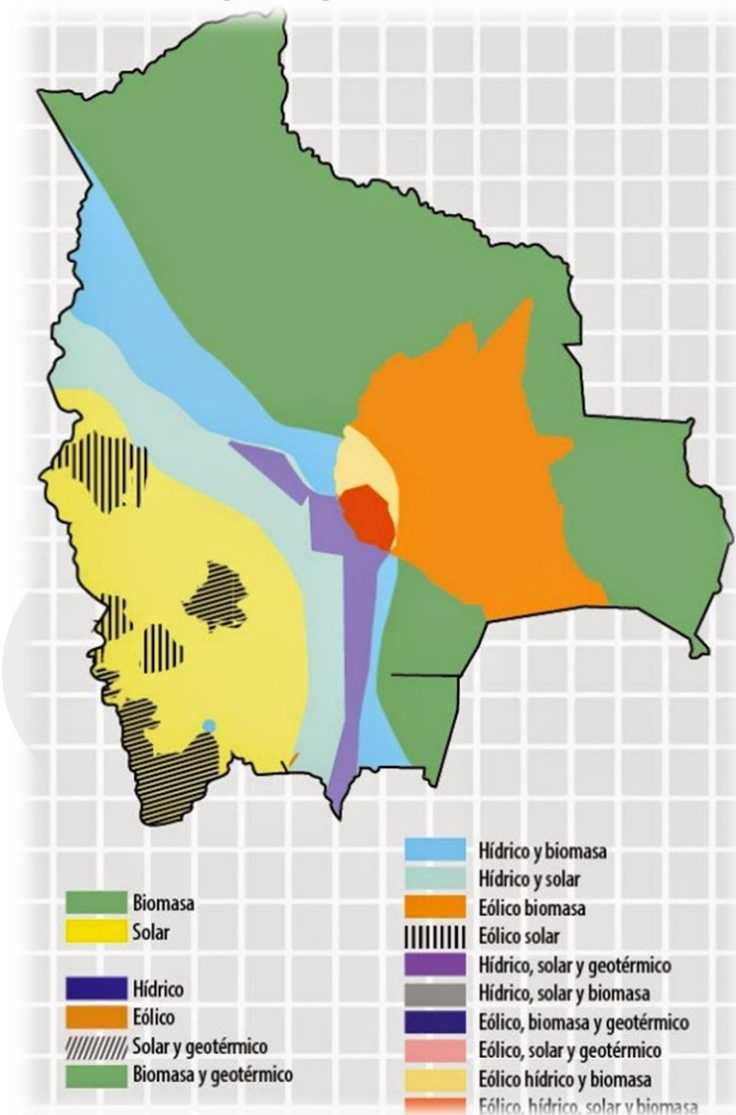
El informe, titulado “*The development of a national energy transition strategy for Bolivia (2021-2051)*”, fue presentado por el presidente de la COP 26, el diputado Alok Sharma. Este informe, que pone su mirada en el potencial de las renovables en Bolivia, expone cinco grandes conclusiones:

1. Bolivia está posicionada para abordar con éxito sus retos de transición energética¹⁸.
2. Su potencial de capacidad renovable instalada es de 2 GW para 2030.
3. La transición hacia una economía más electrificada representaría una oportunidad económica sostenible para el país latinoamericano¹⁹.
4. La reserva de recursos naturales de Bolivia puede ayudar a impulsar esta transición energética.
5. Las reservas de gas bolivianas le permiten exportar suministros adicionales si la capacidad renovable sustituye a las plantas de gas, lo que supone otra oportunidad económica.

Si bien el informe destaca su potencial renovable, la radiografía del sector eléctrico boliviano es aún diferente al escenario que podría alcanzar. La matriz de generación eléctrica del SIN está compuesta, en 2021, por un 61,05 % de termoeléctrica (60,6 % gas natural y 0,46 % diésel), hidroeléctrica 32,44 %, energías alternativas (eólica y solar) un 4,67 %, biomasa 1,84 %.

Además, organizaciones como WWF²⁰ sostienen que, en el plazo de 20 años la energía solar fotovoltaica boliviana podría multiplicar por 20 las actuales reservas probadas de petróleo y gas

MAPA DEL POTENCIAL DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN BOLIVIA



Fuente: Energías Renovables y Desarrollo Sostenible en Bolivia: (EERR Bolivia, 2014)

¹⁸ Enlace: <https://velatianetworks.com/la-descarbonizacion-de-la-economia-una-esperanza-verde-para-el-planeta/>

¹⁹ Enlace: <https://velatianetworks.com/la-descarbonizacion-de-la-economia-una-esperanza-verde-para-el-planeta/>

²⁰ Enlace: <https://www.wwf.org.bo/?365989/La-transicion-energetica-en-Bolivia-es-posible>

natural; así como la hidroelectricidad, en ese mismo espacio temporal, cuenta con el potencial de generar una cantidad de energía equivalente a las actuales reservas probadas de hidrocarburos en el país. Datos que no hacen sino destacar el futuro potencial de las renovables en Bolivia.

Todos los esfuerzos emergentes para la integración de fuentes renovables a la matriz energética nacional están enmarcados dentro de los trece pilares de la Agenda Patriótica Boliviana 2025, mismos que se encuentran acorde a los compromisos asumidos a nivel mundial para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y la protección y preservación de nuestra Madre Tierra.

3.3.1. Biomasa

Bolivia tiene gran potencial para la generación de energía a través de biomasa, principalmente en la zona oriental en los departamentos de Santa Cruz, Beni, Pando y el norte de La Paz.

Las cinco generadoras de electricidad por biomasa a diciembre de 2021 son la Térmica de Unagro (con una potencia efectiva de 61,5 MW), la Térmica Aguaí (24,1 MW), la Térmica de IAGSA - Guabirá (21 MW) y la EASBA (11 MW)²¹.

Las generadoras de electricidad por biomasa que funcionan a base de cáscaras de castaña son Riberalta y Tahuamanu. La generadora a partir de bagazo de caña se encuentra instalada en los ingenios azucareros de Guabirá y Azucarera San Buenaventura. Existen, además, otras fuentes de energía capaces de producir electricidad a partir de biomasa como la cáscara de girasol (aceiteras), el aserrín (aserraderos), la cáscara de arroz (beneficiadoras) y el biogás (plantas de tratamiento de aguas, vertederos de basura, granjas, etc.).

Los Estudios Técnico, Económico, Social y Ambiental (en adelante, TESA) contratados para los proyectos de biomasa son los siguientes:

- Planta de biomasa con aproximadamente 20 MW en Cobija-Pando.
- Planta de biomasa con aproximadamente 20 MW de potencia en Riberalta.

Valorización energética de Residuos Sólidos Urbanos

La Administración boliviana se encuentra en vías de estudio de aprovechar la energía proveniente de los residuos sólidos orgánicos. Sin embargo, quedan muchos pasos previos por realizar, tanto normativos como técnicos, como, por ejemplo, una correcta clasificación de los residuos sólidos urbanos y su potencial energético.

²¹ Memoria Anual 2021. Comité Nacional del Despacho de Carga.

3.3.2. Micro hidroenergía

Bolivia, por su topografía, goza de caudales abundantes con grandes desniveles, siendo un escenario idóneo para esta tecnología. En este aspecto es necesario un desarrollo mayor de la conciencia ambiental, por que actualmente se están llevando a cabo numerosos proyectos de grandes hidroeléctricas que no cumplen el perfil de energía amigable con el medio ambiente. Las pequeñas hidroeléctricas son consideradas en general como energía renovable, en cambio las mega hidroeléctricas no son fuentes de energía renovable por sus múltiples impactos.

Los recursos hídricos del país residen principalmente en las zonas cercanas al denominado nudo de Apolobamba en el departamento de La Paz (punto donde la Cordillera de los Andes se divide en Cordillera Central y Cordillera Occidental), como también en los ríos de Cochabamba, Santa Cruz y otros departamentos. Se ha investigado que existe potencial para micro y minicentrales hidroeléctricas de hasta 2 MW en diferentes puntos geográficos.

Aunque actualmente el 32,44 % de la energía provenga de fuentes hidroeléctricas, Bolivia cuenta con un gran potencial hidroeléctrico que se encuentra en su gran mayoría sin explotar. Este potencial se encuentra ubicado en toda la franja subandina y parte del altiplano. Sin embargo, como se ha comentado anteriormente, las grandes hidroeléctricas se consideran energías convencionales y su análisis está fuera del alcance de este estudio.

La tecnología relacionada con sistemas hidroenergéticos de pequeña capacidad es la que posee mayor madurez en el país; sin embargo, aún se requiere implementar investigaciones y desarrollo tecnológico en los siguientes aspectos:

- Estudio de 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, como los ríos de la cuenca amazónica, que cuenten con poblaciones en las riberas.
- Construcción de turbinas de bajas caídas.
- Utilización de bombas hidráulicas comerciales para emplearlas en pequeños proyectos hidroenergéticos con la finalidad de reducir los costos de inversión.
- Desarrollar tecnologías para la regulación adecuada de pequeños sistemas hídricos con miras a conectarlos a las redes de baja y media tensión, cuando estas estén disponibles.
- Aspectos de optimización en la construcción de obras civiles para micro centrales hidroeléctricas.

Existen actualmente en Bolivia, alrededor de 60 micro centrales hidroeléctricas que proveen de electricidad a 300 familias de comunidades aisladas. Si bien existen muchos proyectos de centrales hidroeléctricas en el país con el objetivo de que en 2025 sea la principal fuente de energía, en menor escala también se prevé invertir en pequeñas hidroeléctricas para abastecer las necesidades energéticas del área rural. La serie de proyectos de pequeñas centrales hidroeléctricas generarían 200 MW con una inversión de 700 millones USD.

La capacidad efectiva de hidroeléctrica en la gestión fue de 737,6 MW, lo que supone un 19,62 % del total. A septiembre de 2022, la capacidad efectiva se sitúa en 734,85 MW²². Las empresas de generación hidroeléctrica son: HIDROBOL, SYNERGIA, ENDE CORANI, ERESA, COBEE, SDB, ENDE GUARACACHI S.A. y ENDE GENERACION.

Existe en esta área capacidad instalada y probada en el país. Después de una evaluación a los fabricantes nacionales, se puede concluir que la oferta nacional de turbinas y equipos hidráulicos para potencias menores a 500 kW es de buena calidad. De hecho, se realizan proyectos de micro y pico centrales hidroeléctricas desarrollados completamente por empresas locales.

3.3.3. Energía solar

Gracias a su posición geográfica, Bolivia se encuentra entre los países que más radiación solar recibe del mundo, ya que se considera que en el 97 % del territorio boliviano es rentable esta fuente de energía debido en gran parte a la baja nubosidad en el país. Esto permite que este recurso pueda ser aprovechado en la gran parte del país y durante todas las épocas del año, si bien es cierto que el área del Altiplano de la cordillera de los Andes es la que más radiación solar recibe.

Tanto la energía fotovoltaica como la termosolar son soluciones reales actualmente. El promedio de los valores de radiación de todos los municipios bolivianos es de 5,57 Kilovatios hora por metro cuadrado (kWh/m²) según el Proyecto “El Sol” de la institución sin fines de lucro Energética. Según el estudio “Rol e impacto socioeconómicos de las energías renovables del área rural de Bolivia”²³ realizado por la Plataforma Energética del Centro de Estudios para el Desarrollo Laboral y Agrario (CEDLA) se podría proporcionar alrededor de 220 (Vatios hora por día) Wh/día con un panel fotovoltaico de 50 Vatios Pico (Wp).

La energía solar en Bolivia podría ser una solución tecnológicamente viable para la electrificación rural, con sistemas fotovoltaicos o sistemas aerosolares de calentamiento de agua, sin embargo, una de las barreras para su desarrollo es el alto costo de la inversión inicial.

En 2015 se contrataron consultorías para que determinasen en detalle la potencia de luz solar y biomasa, así como de sistemas híbridos. Actualmente, se cuenta que existen aproximadamente 30.000 instalaciones fotovoltaicas que abastecen a 20.000 familias y 10.000 infraestructuras sociales.²⁴

²² Disponible en: <https://www.cndc.bo/agentes/generacion.php>

²³ Fernández Fuentes, Miguel (2010). Rol e impacto socioeconómico de las energías renovables en el área rural de Bolivia. Disponible en: http://biblioteca.clacso.edu.ar/Bolivia/cedla/20171023051615/pdf_251.pdf

²⁴ Energía Bolivia. La dinámica boliviana de la sustitución energética. Disponible en: http://www.energiabolivia.com/index.php?option=com_content&view=article&id=98:la-dinamica-boliviana-de-la-sustitucion-energetica&catid=18&Itemid=108

Finalmente, se han logrado instalar parques fotovoltaicos y complejos eólicos conectados a la red eléctrica del Sistema Interconectado Nacional - SIN, es decir, se ha dado el salto para superar la visión de que las energías renovables obligatoriamente estaban ligadas solo a la electrificación rural.

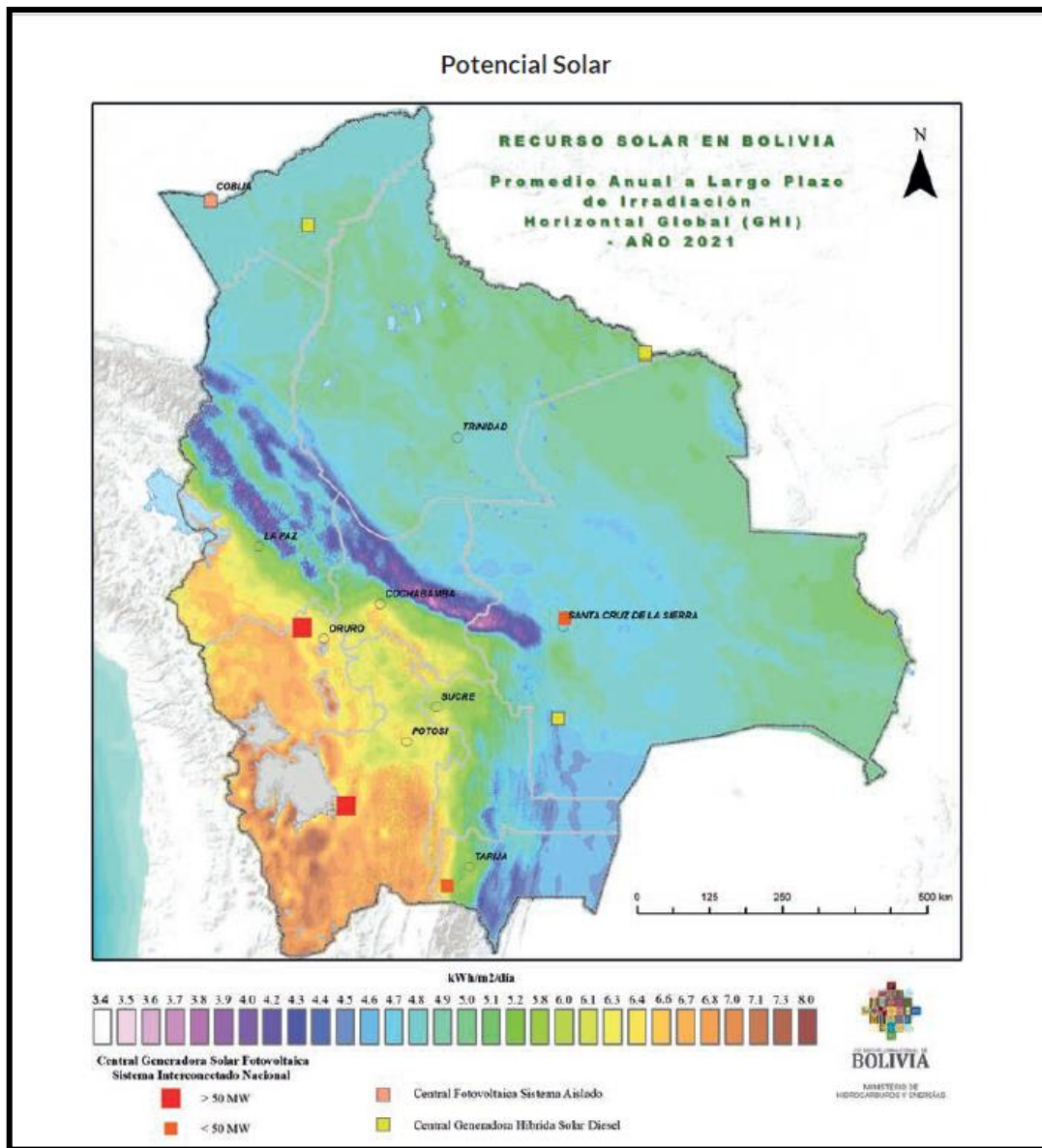
Hasta ahora se ha obtenido agua caliente mayoritariamente de energía eléctrica y gas natural. Sin embargo, estas fuentes de energía son rentables y accesibles en áreas urbanas, no en las rurales en las que el acceso al gas natural es escaso y la energía eléctrica tiene precios muy elevados. Por ello, la fuente fotovoltaica por vivienda tiene mucho potencial, de hecho, Bolivia cuenta actualmente con 3.000 sistemas termosolares para agua caliente sanitaria. Existen actualmente proyectos sociales como “El Sol” de Energética, que promueve la instalación de sistemas termosolares, de acuerdo con la norma boliviana para sistemas termosolares, el Decreto Supremo N.º 23489 o el proyecto del “Anillo energético de Beni”²⁵ para el abastecimiento de electricidad en la ciudad de Guayaramerín de la región de Beni con paneles solares entre otras cosas.

De acuerdo al Atlas Eólico y Solar de Bolivia²⁶, la radiación solar existente en las tierras bajas del país (Santa Cruz, Beni, Pando y norte de La Paz) puede llegar a generar un máximo de 4,9 kWh/m²/día de electricidad por medios fotovoltaicos, en la región de los valles (Cochabamba, Chuquisaca y Tarija) el potencial de radiación puede generar entre 5,1 y 6,7 kWh/m²/día, en cambio en el Altiplano (La Paz, Oruro y Potosí) el potencial de energía solar puede llegar a generar entre 6,7 y 9,5 kWh/m²/día.

²⁵ El Deber (2021). Anillo energético de Beni: Ministerio de Hidrocarburos y Energías apunta a consolidar el proyecto para estabilizar el suministro de electricidad. Disponible en: https://eldeber.com.bo/economia/anillo-energetico-de-beni-ministerio-de-hidrocarburos-y-energias-apunta-a-consolidar-el-proyecto-par_218024

²⁶ Atlas Eólico y Solar de Bolivia, Ministerio de Hidrocarburos y Energías (septiembre, 2021). Disponible en: <http://www.pronostico-erv.org.bo/atlas>

MAPA POTENCIAL SOLAR DE BOLIVIA

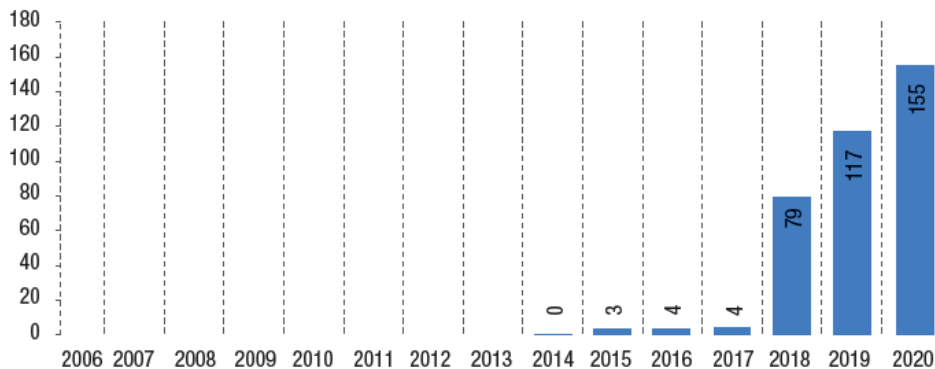


Fuente: Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas (VMEEA)

En este sector se cuenta con normas técnicas establecidas por el Instituto Boliviano de Normalización y Calidad – IBNORCA tanto para sistemas fotovoltaicos, como para termosolares. Una de estas normas es la Norma Boliviana NB – 795 de “Caracterización de módulos fotovoltaicos”, que establece la metodología para determinar los valores de corriente, tensión y potencia de un módulo fotovoltaico de tecnología monocristalina y policristalina.

PRODUCCION DE ENERGIA SOLAR (2006-2020)

Expresado en kbep



Fuente: Balance Energético Nacional (diciembre, 2021).

Las empresas generadoras de energía solar son:

- ENDE GUARACACHI S.A. (Uyuni y Yunchará):
 - Planta Solar Fotovoltaica Cobija (Pando): tiene una potencia instalada de 5 MW.
 - Planta Solar Fotovoltaica de Yunchará (Tarija): tiene una generación de 5 MW.
 - Planta Solar Fotovoltaica Uyuni (Potosí): genera 60 MW y es la central solar más grande construida en Bolivia con 192 hectáreas.
 - Planta Solar El Sena (Cobija): la inversión en la construcción de la Planta Solar El Sena es de alrededor de 8.088.337,04 bolivianos cuyo equivalente en dólares es 1.162.117,39 USD.
- ENDE GENERACION
 - Oruro (Etapa 1 + Etapa 2): en la gestión 2021 al Sistema interconectado Nacional (SIN) se adicionó mayor oferta de generación con la incorporación del proyecto fase II de Oruro (50 MW). Ambas etapas producen 100 MW.

En febrero de 2020, ENDE Corporación y la empresa TKS Ingeniería y Electricidad SA firmaron el contrato para la construcción de la fase II del Proyecto Solar Fotovoltaico Oruro. Cuenta con 151.536 módulos fotovoltaicos en una superficie de 75 hectáreas.

La inversión en el proyecto asciende a 54,7 millones de USD procedentes de un cofinanciamiento en el que son parte la Agencia Francesa de Desarrollo (AFD), la Unión Europea (UE) y el Banco Central de Bolivia (BCB).



Los estudios TESA contratados para los proyectos de energía solar son los siguientes:

- Planta solar Uyuni Colcha K con 20 MW para el SIN en Oruro.
- Planta solar Riberalta-Guayaramerín con 3 MW en Beni.
- Planta solar Yunchará con 5 MW en Tarija.
- Planta solar en Oruro con 50 MW.

Además, existen proyectos financiados multilateral o bilateralmente, en los que las empresas extranjeras tienen acceso a las licitaciones. En el caso español, existen dos proyectos en fase de licitación financiados mediante el Programa de Conversión de Deuda 2009 de Bolivia frente a España:

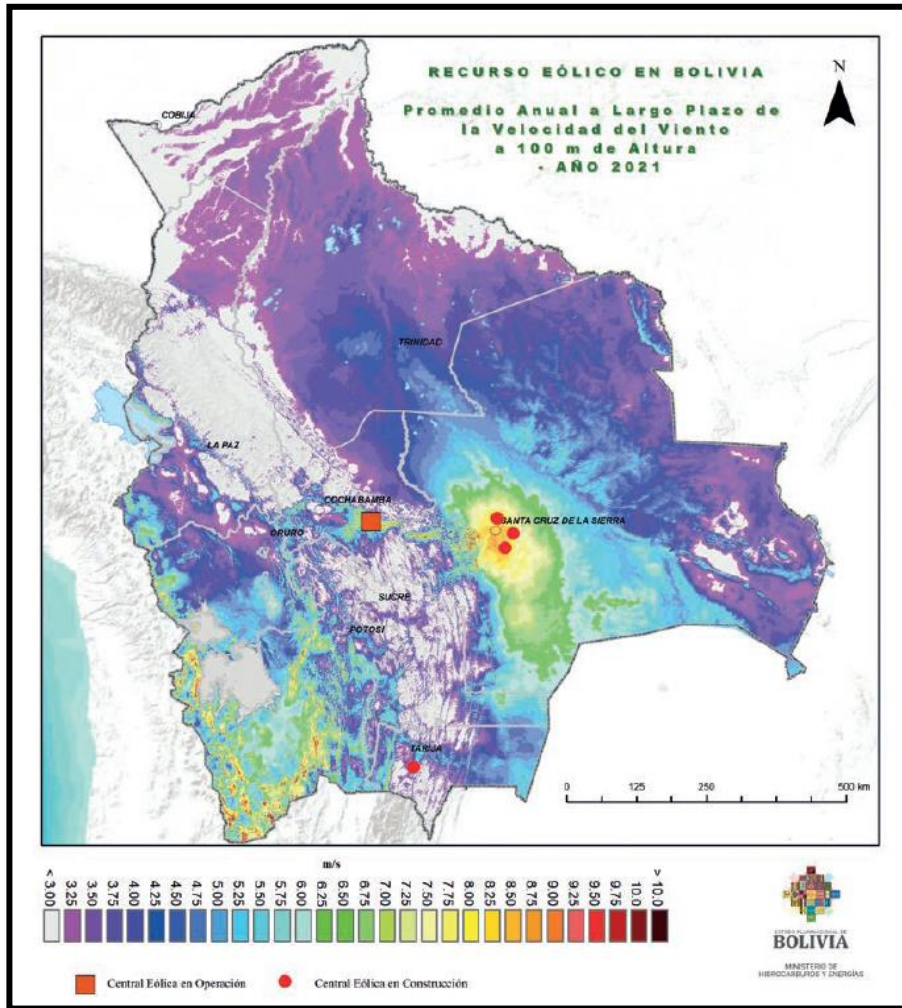
- Proyecto Planta Solar Guayamerín (2,5 MW). Inversión total: 6.422.413,48 USD.
- Proyecto Planta Solar Iténez (1,2 MW). Inversión total: 4.858.337,05 USD.

3.3.4. Energía eólica

Bolivia tiene un gran potencial para la producción de energía eólica, con una media de viento de 21,5 Kilómetros por hora (Km/h) en el departamento de Santa Cruz pudiendo llegar darse ráfagas de viento de 80-100 km/h. Es el departamento que cuenta con mayores velocidades de viento, seguido del departamento de Cochabamba y parte del Altiplano. Es más, sabiendo que el aprovechamiento de la energía eólica es viable para uso doméstico y productivo a partir de 50 vatios por metro cuadrado (W/m^2), se puede asegurar la viabilidad en algunas partes del altiplano ($154 W/m^2$) y en otra de Santa Cruz ($232 W/m^2$) según un estudio de CEDLA.

Según el Atlas Eólico de Bolivia, “el recurso eólico más robusto” está “alrededor de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, en su mayoría al sur y al oeste del centro urbano”, “en la frontera suroeste de Bolivia con Chile y Argentina en el Departamento de Potosí.

MAPA POTENCIAL EOLICO BOLIVIA



Fuente: Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas (VMEEA)

Actualmente, el alcance de los mapas eólicos incluye la verificación, análisis y correlación a largo plazo de 16 torres meteorológicas distribuidas por toda Bolivia. Estas estaciones de medición ayudan a definir nuevas zonas con potencial energético para futuros proyectos de parques eólicos. Sin embargo, este tipo de energías no son conocidas en el país por la falta de información como puede ser su ubicación, la altura de los sensores y la calidad de los instrumentos de medición.

En cuanto a equipos disponibles a nivel nacional, Bolivia cuenta con aerogeneradores de máximo 10 kW y tanto las torres como la capacidad de instalación, operación y mantenimiento están disponibles en el país. Existen aproximadamente 100 pequeñas instalaciones actuales con una potencia de entre 200 - 400 Vatios (W).

Los proyectos eólicos son: concluido el de Qollpana I y II (27 MW) en Cochabamba y en etapa de ejecución en San Julián (39,6 MW), Warnes (14,4 MW) y El Dorado (54 MW), todos en el Departamento de Santa Cruz.

Parque eólico Qollpana

En 2014 se inauguró el primer parque eólico en la localidad de Qollpana en Cochabamba como planta piloto. Esta obra tiene la capacidad de generar 3 Megavatios por hora (MW/h) y cubrirá la demanda de 24.000 personas sumándose al Sistema Interconectado Nacional. El costo del proyecto alcanzó a 7.600.000 USD y fue adjudicada a la empresa Hydrochina.

Actualmente, el proyecto se encuentra en Fase II, adjudicada a la empresa española TSK en 2016, para su ampliación con la instalación de 24 MW de potencia adicional con una inversión de 54 millones de USD financiados totalmente por el Fondo para la Revolución Industrial Productiva (FINPRO) con un interés de 1 % anual a 20 años de plazo. Las proyecciones para nuevas fases pretenden ampliar a 51 MW.

La Generación bruta acumulada a septiembre de 2022 es de:

- Fase I: 9.808,6 MWh.
- Fase II: 42.537,4 MWh.

Los estudios TESA contratados para los proyectos de energía eólica son los siguientes:

- Parque eólico Warnes con 25MW para el SIN en Santa Cruz.
- Parque eólico El Dorado con 25MW para el SIN en Santa Cruz.
- Parque eólico San Julián con 25MW para el SIN en Santa Cruz.
- Parque eólico La Ventolera con 24 MW para el SIN en Tarija.

3.3.5. Energía geotérmica

Las tecnologías para la utilización de la energía geotérmica son tecnologías probadas y aplicadas en diferentes partes del mundo; el aprovechamiento de esta energía data de mucho tiempo atrás, por lo que su desarrollo es pleno y su aplicación, segura.

Existe una gran cantidad de fuentes probables y probadas de energía geotérmica sobre todo al suroeste del departamento de Potosí, por sus innumerables geiseres. Según las evaluaciones realizadas en cinco pozos geotérmicos, se han obtenido datos de temperaturas entre 240 - 260 grados centígrados (°C) a profundidades entre 1.100 - 1.700 metros (m) y entalpías entre 1.037 - 1.185 kilojulios por kilogramo (kJ/Kg) adecuadas para la implementación de proyecto de energía geotérmica. La producción de energía se realizará a través de la transformación de las reservas de aguas termales en la zona.

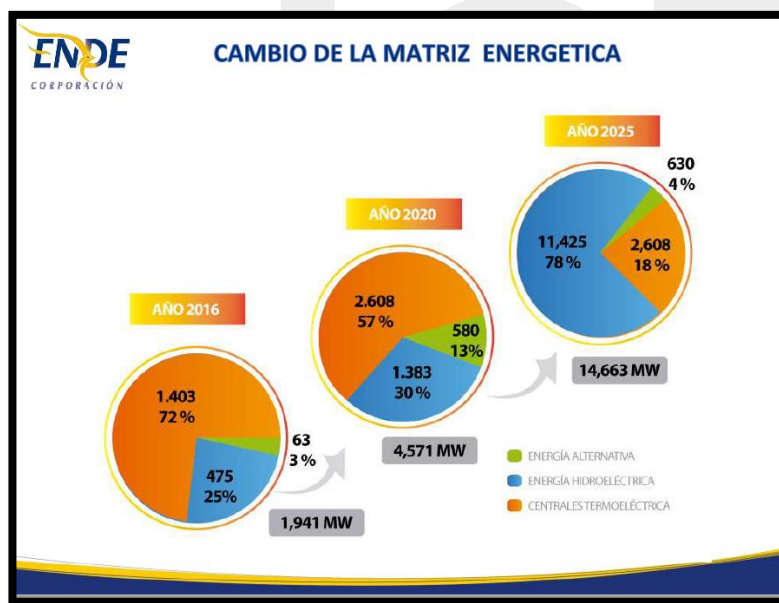
A 40 kilómetros (km) de Laguna Colorada, en Potosí, en el Campo Sol de Mañana, existen proyectos para la generación de energía geotérmica (alrededor de 50 MW) para la exportación a partir de 2019, financiados por Japón.

La planta piloto de 5 MW del proyecto geotérmico Laguna Colorada ha sido diseñada y está siendo construida por el grupo español SACYR junto a Ormat Technologies con el objetivo de que empiece a operar próximamente.

3.4. Inversiones en el Sector Energético

El Plan Estratégico Institucional Reformulado PEI 2017-2020, establece los horizontes de inversión para el periodo 2016-2020 (en millones de USD) con la siguiente distribución de presupuestos en función de las actividades dentro del sector energético:

TRANSICIÓN DE LA MATRIZ ENERGÉTICA 2016-2025



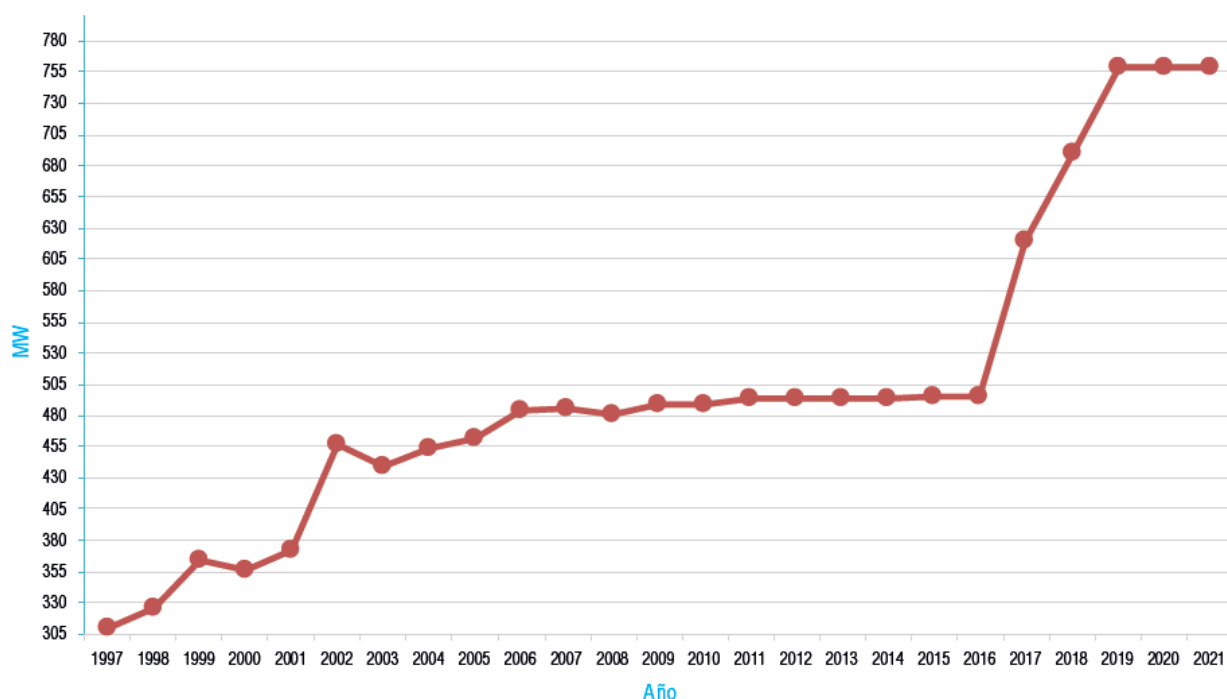
Fuente: ENDE Corporación

Como se puede observar en la figura anterior, el grueso de las inversiones para el periodo 2016-2025 estará destinado al sector hidroeléctrico, ya que se proyecta una cuota del 78 % de la matriz energética para el año 2025 partiendo de una situación del 25 % en el año 2016.

EVOLUCION DE LA POTENCIA INSTALADA CENTRALES HIDROELECTRICAS – SIN Y SA

Periodo 1997-2021

Gráfico I-4
Evolución de la Potencia Instalada Centrales Hidroeléctricas SIN y SA (BOLIVIA)
Periodo 1997-2021



Fuente: Autoridad de Fiscalización Electricidad y Tecnología Nuclear, Anuario Estadístico 2021.

Estaba previsto que la potencia instalada aumentase un 235 % en el periodo 2016 - 2020 y hasta un 321 % en el quinquenio siguiente. El desarrollo de la infraestructura eléctrica tendrá una distribución de 3.000 MW para satisfacer la demanda interna y de 10.000 MW para la exportación de electricidad.

3.5. Sector privado

Debido a la nacionalización del sector de la energía en Bolivia, es competencia del estado el desarrollo de la cadena productiva energética, por lo que el escenario para la introducción de nuevas empresas privadas en un futuro estaría sujeto a una posible asociación público-privada.

La participación del grueso del sector privado en el área de energías renovables en el Sistema Interconectado Nacional se centra en licitaciones públicas del Estado ya sea para la ejecución de obras de construcción y/o consultoría de plantas generadoras de energía como para la ejecución de estudios TESA (Técnicos, Económicos, Sociales o Ambientales). Para las participaciones en contrataciones estatales (nacionales o internacionales) se debe consultar el Sistema de Contrataciones Estatales (SICOES)²⁷. La entidad contratante de las energías renovables es ENDE.

Por otro lado, existe la posibilidad de la venta e instalación de generadores de energía en Sistemas Aislados o para consumo privado en el cual existe una compraventa entre la empresa y el consumidor final o posibles consorcios con distribuidores o empresas constructoras locales.

En cuanto a la capacidad instalada local, se está comenzando a desarrollar, aunque aún no es suficiente y requiere de formación especializada, transferencia de tecnología y nuevos profesionales especializados. Esta es una realidad de la mayoría de los subsectores, sin embargo, especialmente en hidroelectricidad, existen empresas locales especializadas y con gran capacitación.

En Bolivia, la promoción de energías renovables está en muchos casos directamente relacionado con la cooperación internacional, ya que el sector energético es uno de los sectores prioritarios para la financiación de programas de ciertos países como Japón, Suecia, Alemania o España.

3.5.1. Importaciones y empresas extranjeras

Siendo un sector aún en crecimiento, los proyectos del SIN tienen un alto costo de inversión, por lo que las empresas dedicadas a la ejecución de obras para la generación eléctrica necesitan de financiación para hacer frente a todos los costes que supone. Esto implica que actualmente este tipo de proyectos solo sean accesibles para empresas de gran tamaño y prestigio internacional. Los principales países de los que provienen las empresas extranjeras son España (SACYR, EMIAS-ELECNOR) y China (Hydrochina).

Sin embargo, para la construcción de este tipo de obras, las empresas extranjeras están, en algunas ocasiones, obligadas por contrato a subcontratar a empresas locales. Las áreas en las que suelen participar estas empresas subcontratadas son las de montaje y supervisión principalmente. Es muy común también que exista cierta presión social para la contratación de profesionales locales y la generación de gasto en el lugar de la obra.

Los equipos y bienes de generación energética a base de energías renovables generalmente son importados, debido a que Bolivia es un país poco industrializado y consecuentemente no se encuentran grandes equipos a nivel nacional. Sin embargo, según una empresa española instalada en Bolivia, es muy común por parte de las empresas extranjeras la compra de maquinaria y material

²⁷ www.sicoes.gob.bo/portal/index.php

de construcción y todo lo que son equipos menores a empresas constructoras locales subcontratadas.

En las siguientes tablas se describen las importaciones por país de origen según las partidas arancelarias de ciertos insumos utilizados para la generación de energía eólica y solar:

IMPORTACIONES POR PAÍS DE LA PARTIDA ARANCELARIA 8502

En miles USD (Valor CIF)

PAÍS ORIGEN	N.º (últimos 3 años)	2016	2017	2018	2019	2020	2021
CHINA	1	4.896	5.413	3.666	21.153	58.650	4.074
ESPAÑA	2	7.898	645	639	7.415	28.289	123
BRASIL	3	4.103	2.035	2.732	1.893	1.616	6.997
ESTADOS UNIDOS	4	4.034	1.778	1.718	3.132	988	1.033
INDIA	5	241	300	586	949	1.592	305
REINO UNIDO	6	478	596	950	1.669	673	997
ALEMANIA	7	1.712	1.131	1.315	1.591	22	11
PORTUGAL	8	122	197	394	878	425	202
JAPON	9	298	135	243	265	219	437
TOTAL		23.782	12.230	12.243	38.945	92.474	14.179

Fuente: elaboración propia a partir de datos de Trademap.

IMPORTACIONES POR PAÍS DE LA PARTIDA ARANCELARIA 8541

En miles USD (Valor CIF)

PAÍS ORIGEN	N.º (últimos 3 años)	2016	2017	2018	2019	2020	2021
CHINA	1	2.794	18.645	18.037	2.388	792	1.758
ESTADOS UNIDOS	2	102	88	171	133	73	88
ESPAÑA	3	18	18	35	155	49	85
BRASIL	4	44	13	41	55	21	59
JAPON	5	615	7	26	13	25	4
ALEMANIA	6	73	36	32	390	12	109
ITALIA	7	8	8	13	42	28	43
MEXICO	8	14	1	18	7	3	10
INDIA	9	5	2	13	2	0	1
TOTAL		3.673	18.818	18.386	3.185	1.003	2.157

Fuente: elaboración propia a partir de datos de Trademap.



Como se puede observar, las importaciones a España desde Bolivia se encuentran entre las 10 primeras en ambas partidas, incluso ocupa la segunda posición para la partida arancelaria 8502 en valor de exportaciones en los últimos 3 años, y la tercera posición en la partida arancelaria 8541 en valor de exportaciones en los últimos 3 años. Aunque el gran exportador en ambas partidas a Bolivia, muy por delante de los demás, es China.

icex

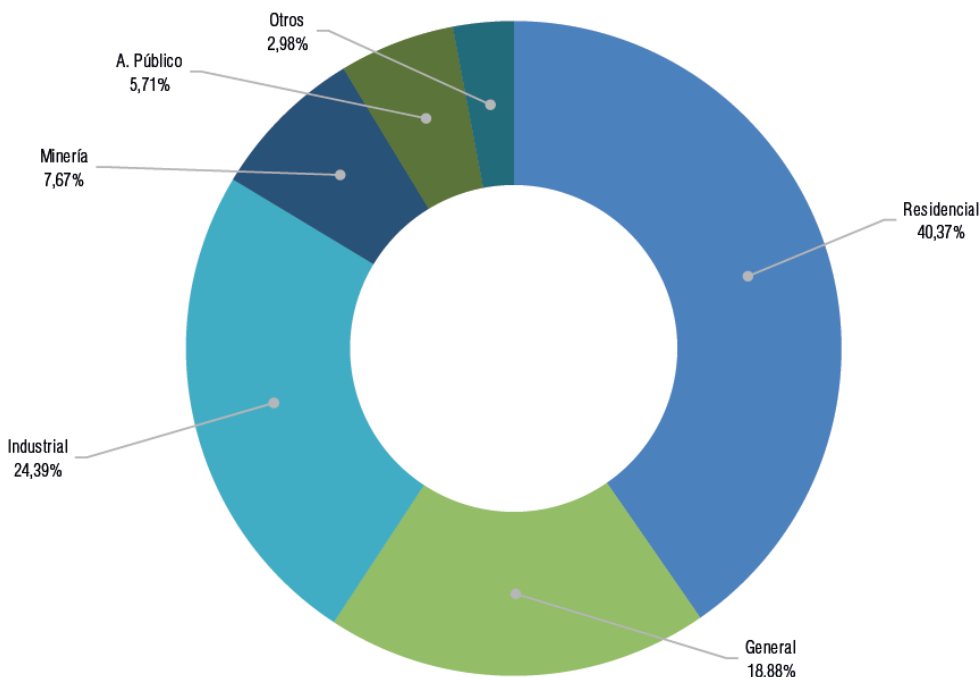
4. Demanda

En la gestión 2021 las ventas de energía eléctrica alcanzaron los 9.011.038,5 MWh con 3.092.693 usuarios en el Sistema Interconectado Nacional (SIN) y en los Sistemas Aislados Verticalmente Integrados (SAVI).

En la figura siguiente se puede apreciar el consumo energético por sectores en 2021. El 40,37 % de la energía es consumida por el sector residencial. La demanda máxima en la gestión 2021 fue de 1.574,09 MW, registrada el miércoles 22 de noviembre de 2021, siendo 0,5 % superior a la demanda máxima de 2020.

CONSUMO FINAL DE ENERGÍA POR SECTORES

Año 2021



Fuente: Autoridad de Fiscalización Electricidad y Tecnología Nuclear, Anuario Estadístico 2021.



La demanda de electricidad ha aumentado en los últimos años a pasos agigantados, principalmente por el aumento de la demanda residencial, comercial e industrial, sectores en crecimiento actual en Bolivia.

En la siguiente tabla se especifica la participación de los diferentes energéticos en cada sector:

CONSUMO TOTAL EN 2021 POR SECTORES

Sector	Consumo total (MWh)
Residencial	3.637.483,6
General	1.701.624,5
Industrial	2.197.838,9
Minería	691.521,9
Alumbrado Público	514.236,8
Otros	268.332,9
TOTAL	9.011.038,60

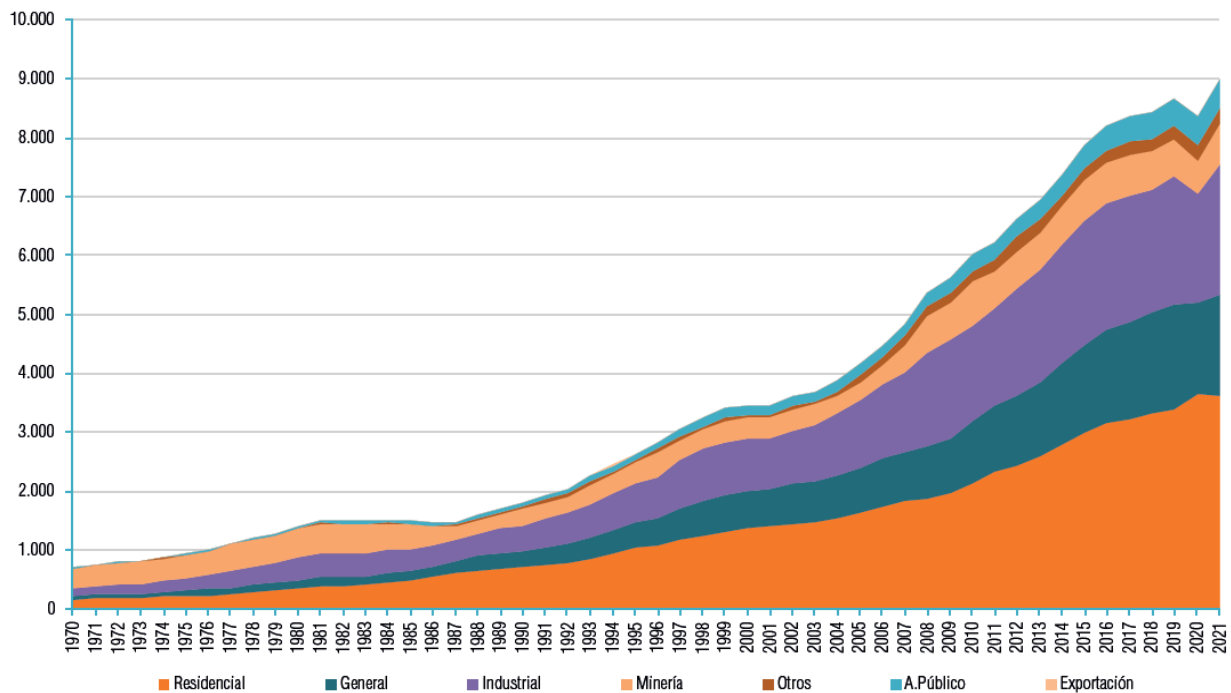
Fuente: Autoridad de Fiscalización Electricidad y Tecnología Nuclear, Anuario Estadístico 2021

El consumo per cápita de energía eléctrica es de 669 kWh en 2020 de acuerdo con CIA World Factbook, cuando en el año 2000 fue de 419,809 kWh per cápita según datos del Banco Mundial. Es uno de los países con consumo de electricidad per cápita más bajo de la región estando solo por delante de Nicaragua, Guatemala y Haití en el *ranking*. Sin embargo, estos datos se toman como sesgado, ya que en Bolivia existen dos realidades evidentes: la de la población urbana, que actualmente cuenta con acceso prácticamente total, y de la población rural, que en muchos casos no cuenta con ello.

A continuación, se muestra la evolución de la demanda de electricidad en Bolivia por grupos de consumo:

EVOLUCIÓN DE LA DEMANDA (1970-2021) POR GRUPOS DE CONSUMO

Gráfico I-11
Evolución de la Demanda de Electricidad en Bolivia (SIN y SA)
Período (1970 - 2021)



Fuente: Autoridad de Fiscalización Electricidad y Tecnología Nuclear, Anuario Estadístico 2021

NÚMERO DE CONSUMIDORES DE ELECTRICIDAD POR CATEGORÍA EN 2021

	Residencial	General	Industrial	Minería	Alumbrado Público	Otros	Total	Crecimiento (2018-2021)
SA	161.479	22.857	1.819	0	345	6.577	193.077	3,0 %
SIN	2.575.889	290.371	20.804	423	2.637	9.492	2.899.616	3,4 %
TOTAL	2.737.368	313.228	22.623	423	2.982	16.069	3.092.693	-

Fuente: Autoridad de Fiscalización Electricidad y Tecnología Nuclear, Anuario Estadístico 2021



4.1. Demanda urbana

En el área urbana, las fuentes de energía predominantes son el GLP, GN, combustibles líquidos y la electricidad proveniente de diferentes fuentes de energía. Respecto a la cobertura eléctrica urbana, prácticamente todas las ciudades del país están conectadas al SIN.

En la gestión 2021 las ventas a usuarios finales realizadas en el SIN alcanzaron las siguientes cifras:

- **Energía consumida:** 8.705,83 GWh, de este valor el 38,8 % se concentró en Sata Cruz (CRE R.L. y EMDEECRUZ), el 22,4 % en La Paz (DELAPAZ), el 16,3 % en Cochabamba (ELFEC S.A.), el 6,5 % en Oruro (DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD ENDE DEORURO S.A.), el 4,1 % en Chuquisaca (CESSA y ENDE Camargo), el 6,5 % en Potosí (SEPSA y ENDE Uyuni), el 1,9 % en Beni ENDE DELBENI S.A.M.) y el 3,4 % en Tarija (SETAR).

- **Número de usuarios:** 2.899.616.

En la gestión 2020, las ventas de electricidad de las empresas interconectadas al SIN decrecieron en 3,2 % respecto a las ventas registradas en la gestión 2019 a causa de la crisis producida por el COVID-19. Sin embargo, en el 2021, las ventas han vuelto a crecer un 6,7 %.

En cuanto al aprovechamiento de fuentes renovables de energía para el consumo urbano, es imprescindible informarse de los grandes proyectos del gobierno sobre este tipo de fuente de energía.

4.2. Demanda industrial

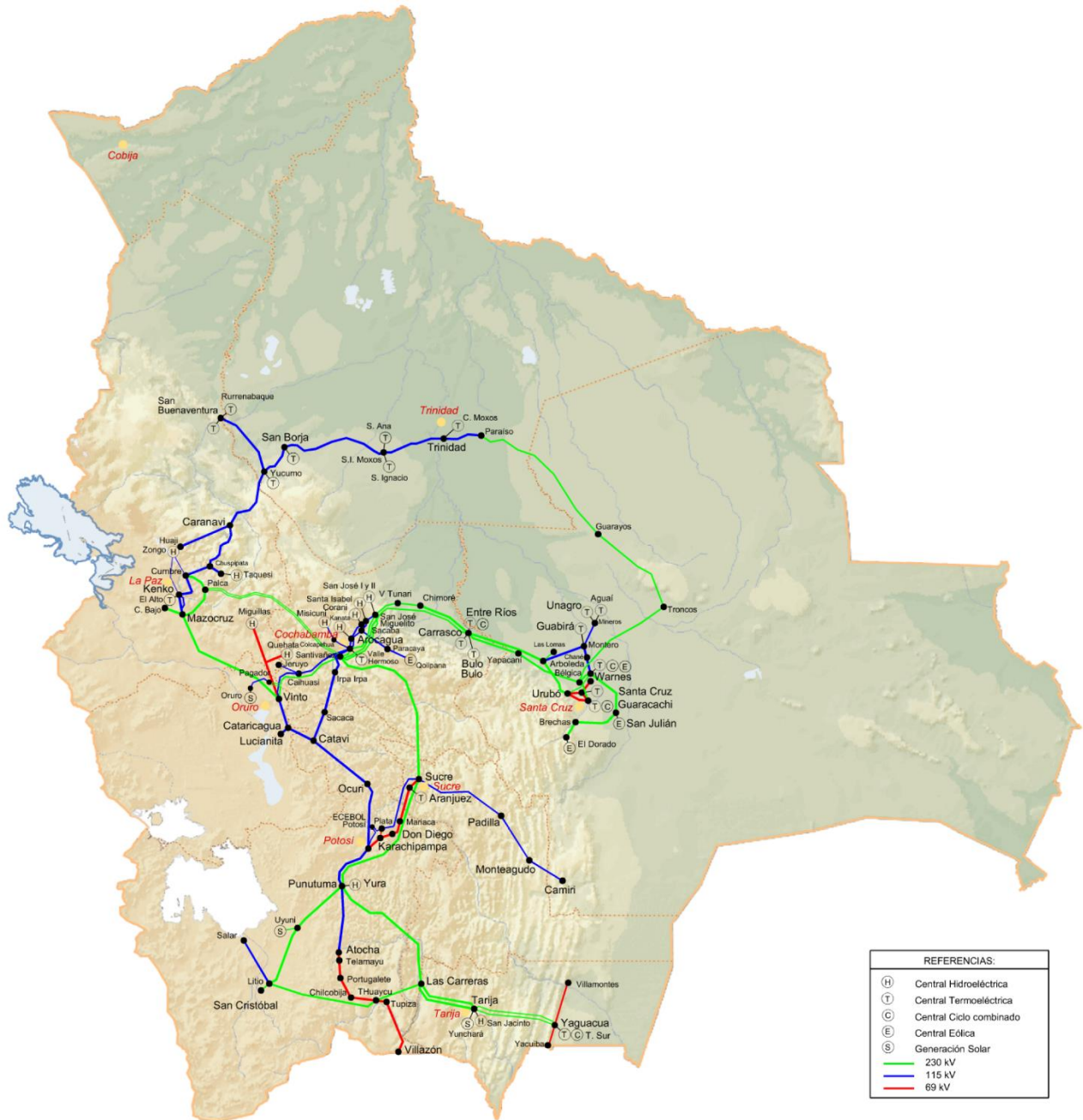
Algunos de los denominados “consumidores no regulados” son las industrias mineras, cementeras y metalúrgicas.

Durante la gestión 2021 continuaron la actividad de Autoproducción destinadas a autoconsumo las empresas YPFB REFINACIÓN S.A., PLUSPETROL, AGUAÍ S.A., EASBA, IOL, ITACAMABA CEMENTO S.A., PIL ANDINA S.A., YPFB TRANSIERRA, IAGSA, UNAGRO, Gravelta Bolivia S.A. y SINCHI WAYRA S.A. en varios departamentos de Bolivia²⁸.

²⁸ Autoridad de fiscalización y control social de la electricidad. Anuario 2021 estadístico. Disponible en: <https://www.aetn.gob.bo/web/main?mid=1&cid=82>

MAPA DEL SISTEMA INTERCONECTADO NACIONAL (SIN)

Febrero de 2022



Fuente: Comité Nacional de Despacho de Carga (CNDC, 2022)

4.3. Demanda rural

De acuerdo con el INE, en 2021, la población total boliviana era de 11.841.955. La cobertura total en 2021 era de 94,6 %, de la cual la cobertura rural era de un 80,6 %.

Debido a que existe una elevada dispersión de la población rural, porque se encuentran “aisladas”, son lejanas a las ciudades o tienen un difícil acceso, no cuentan (o cuentan a muy pequeña escala) con acceso a la red eléctrica del SIN. Si bien es cierto que a partir de los últimos años del siglo XX la cobertura eléctrica rural ha ido en aumento progresivo, en 2013 era del 58 %. Es importante mencionar el difícil acceso y el aumento de costo de los proyectos además de la baja calidad de electricidad que llega al consumidor final. Se puede afirmar, por tanto, la marginalidad del sector rural de los servicios energéticos convencionales.

Debido a que cada vez existe menos población rural en comunidades aisladas y lejanas, se vuelve menos prioritaria la ampliación de la red eléctrica para abastecer a dichas comunidades. Es por eso por lo que en numerosas ocasiones los proyectos de red eléctrica se acercan al límite técnico y económico, haciendo este tipo de proyectos inviables en algunos casos. En cuanto al acceso a electricidad en las comunidades rurales aisladas y alejadas, se plantea considerar las alternativas de energía de generación descentralizada. Precisamente la dispersión geográfica y reducidos grupos poblacionales aislados hacen de las energías renovables una buena solución a sus demandas energéticas.

El principal consumo de energía en comunidades dispersas (prácticamente un 90 %) se utiliza en la cocción de alimentos. El segundo consumo se emplea en iluminación con un 4,91 % y el tercer consumo de un 3,79 % se utiliza en el calentamiento de agua para diferentes usos. Se calcula que, en promedio, el consumo por familia en electrificación rural es de 25 kilovatios al mes (kW/mes). Por ende, la fuente de energía más común en el área rural boliviana es la biomasa y se estima que cubre el 80 % de la demanda energética rural (utilizada para la cocción de alimentos y calentamiento de agua).

En el marco de la Agenda Patriótica 2025, el Plan de Desarrollo Económico y Social al 2020 (PDES) y el Plan Eléctrico Nacional al 2025, las metas en lo que concierne a la generación de energía por fuentes alternativas, tienen las siguientes consideraciones:

- En el oriente boliviano en Sistemas Aislados, se debe considerar al menos una generación por fuente alternativa, a fin de desplazar el uso de combustible fósil.
- En la lógica de abastecer el 100 % de la población boliviana, en áreas rurales donde no se pueda atender por extensión de redes, se deberá contar con generación de fuentes alternativas. Una solución bajo análisis es la cobertura eléctrica en el área rural con sistemas fotovoltaicos, así como las microcentrales hidroeléctricas.

4.4. Demanda de exportación de energía eléctrica

La demanda máxima en la gestión 2021 fue de 1.574,09 MW, registrada el miércoles 22 de noviembre de 2021, siendo 0,5 % superior a la demanda máxima de 2020. Por el otro lado, la potencia efectiva en el Sistema Interconectado Nacional (SIN) llegó a los 3.398,8 MW en 2021, por lo que existe un excedente de aproximadamente 1.824,71 MW, exportable a países vecinos. La potencia instalada es de 3.722,6 MW en el SIN, por lo que, con los niveles de crecimiento de la demanda interna actuales, la potencial energía de exportación será muy superior a la cifra antes indicada.

Se espera exportar próximamente energía eléctrica a la vecina Argentina una vez haya concluido el tendido eléctrico del lado argentino (Línea de Transmisión Juana Azurduy de Padilla), para un proyecto de exportación de entre 80 y 120 MW donde actualmente se encuentra a más de un 97 %²⁹ de construcción. Además, el gobierno prevé comercializar también la energía con Brasil, Perú y otros mercados de la región³⁰.

Una de las políticas gubernamentales de Bolivia es la de convertirse en el “corazón energético de Sudamérica”. Las expectativas contaban con 100 MW de exportación en 2015, 1.000 MW en 2020 y 3.000 MW³¹ para el año 2030, aunque por el momento no existe ningún registro de exportación eléctrica.

²⁹ <https://www.mhe.gob.bo/2022/02/16/linea-electrica-juana-azurduy-tiene-mas-de-97-de-avance-y-se-preve-para-marzo-su-conclusion/>

³⁰ Xinhua español (2019). Bolivia generará excedentes de electricidad para exportar. Disponible en: http://spanish.xinhuanet.com/2019-09/10/c_138379219.htm

³¹ Bolivia Centro Energético De Sudamérica | ENDE CORPORACIÓN <https://www.ende.bo/noticia/noticia/1>

5. Precios

5.1. Precios para el consumidor final

Respecto a la evolución de los precios percibidos por los consumidores finales a lo largo de la última década se puede observar un patrón ascendente. Sin embargo, se puede apreciar que en el año 2020 la tasa de crecimiento ha sido negativa en comparación con los últimos 5 años. Durante 2021 ha permanecido negativa, aunque atenuándose.

EVOLUCIÓN DE LA TARIFA PROMEDIO A CONSUMIDOR FINAL EN EL SIN [USD/KWH] 2008-2021

Cuadro V - 2A								
Evolución de la tarifa promedio a consumidor final por categoría en el SIN [USD/kWh] (sin IVA)] Periodo 2008-2021								
Año	Residencial	General	Industrial	Minería	A.Público	Otros	Promedio	Tasa de Crecimiento
2008	7,52	10,95	5,41	5,50	9,34	4,53	7,13	
2009	7,65	10,59	5,33	4,54	9,27	3,79	7,43	4,1%
2010	7,65	10,71	5,32	4,56	8,89	4,17	7,42	-0,1%
2011	8,06	11,34	5,73	5,03	9,44	4,53	7,94	7,0%
2012	8,16	11,71	5,78	5,30	9,88	4,89	8,10	1,9%
2013	8,43	12,19	6,21	5,43	10,11	4,81	8,36	3,3%
2014	8,73	12,68	6,64	5,86	10,45	5,30	8,82	5,5%
2015	9,03	13,19	7,04	6,51	10,91	5,51	9,27	5,1%
2016	9,30	13,39	7,29	7,10	11,34	5,61	9,58	3,3%
2017	9,81	14,16	7,82	7,65	11,94	7,19	10,21	6,6%
2018	10,30	14,49	8,43	8,02	12,26	6,29	10,66	4,4%
2019	10,44	14,54	8,46	8,42	12,36	6,44	10,76	0,9%
2020	10,04	15,05	8,45	9,42	12,20	7,48	10,48	-2,6%
2021	10,17	14,00	8,03	8,09	12,32	7,23	10,36	-1,2%

Fuente: Autoridad de Fiscalización Electricidad y Tecnología Nuclear, Anuario Estadístico 2021

Hay que destacar que las empresas distribuidoras, dentro del SIN, con un precio más elevado en 2021 son DELAPAZ - Aroma y DELAPAZ - Sistema Nuevo con 14,11 y 13,75 USD/kWh respectivamente y la que distribuye a un menor costo es SEPSA - Sistema Sur con 6,23 USD/kWh.

5.1.1. Tarifa dignidad

Finalmente, hay que resaltar el esfuerzo que está empleando, desde 2006, el estado boliviano para potenciar el acceso de electricidad a las familias menos favorecidas con la denominada *Tarifa Dignidad*. El gobierno boliviano aprobó el beneficio de la Tarifa Dignidad mediante Decreto Supremo N.º 28653 de fecha 21 de marzo de 2006, mismo que fue ampliado hasta marzo de 2014. El 31 de marzo de 2014, el gobierno aprobó el Decreto Supremo N.º 1948 que norma la continuidad de la aplicación de la Tarifa Dignidad en todo el territorio del Estado plurinacional de Bolivia, a favor de las familias de menores recursos económicos de la categoría domiciliaria.

Esta norma establece un descuento del 25 % sobre la tarifa establecida a consumos que no superen el límite de 70Wh/mes, tanto en empresas que operan en el SIN, Sistemas Aislados y Sistemas Menores.

Estas ayudas son financiadas con los impuestos que pagan las empresas que operan en el MEM, es decir, todas aquellas compañías implicadas en la: generación, transmisión y distribución, además de los Consumidores No Regulados. El mayor porcentaje de beneficiarios con la Tarifa Dignidad se encuentran en los departamentos de Potosí 72,78 %, y Oruro 68,42 %. El menor beneficiado fue Santa Cruz, con el 25,65 %.

Los beneficiarios de esta tarifa han ido creciendo a lo largo de los años³². De media anual se pasó de los 491.961 en 2006 a 1.375.370 de consumidores beneficiados en 2021. Asimismo, los aportes realizados para cubrir el ahorro de las familias también han crecido de manera ininterrumpida. Sin embargo, tomando los datos de 2019 y 2020, se puede apreciar que los importes descontados para el consumo de electricidad han disminuido en ese periodo (81.028.912 bolivianos en 2020 y 108.817.526 bolivianos en 2019). Sin embargo, en 2021 ha vuelto a aumentar hasta 116.930.749 bolivianos.

Posiblemente esa disminución se produjo por el mayor consumo de energía durante la pandemia, generado por el teletrabajo o la teleeducación, ocasionando una reducción en el número de usuarios que reciben el subsidio de la tarifa dignidad³³.

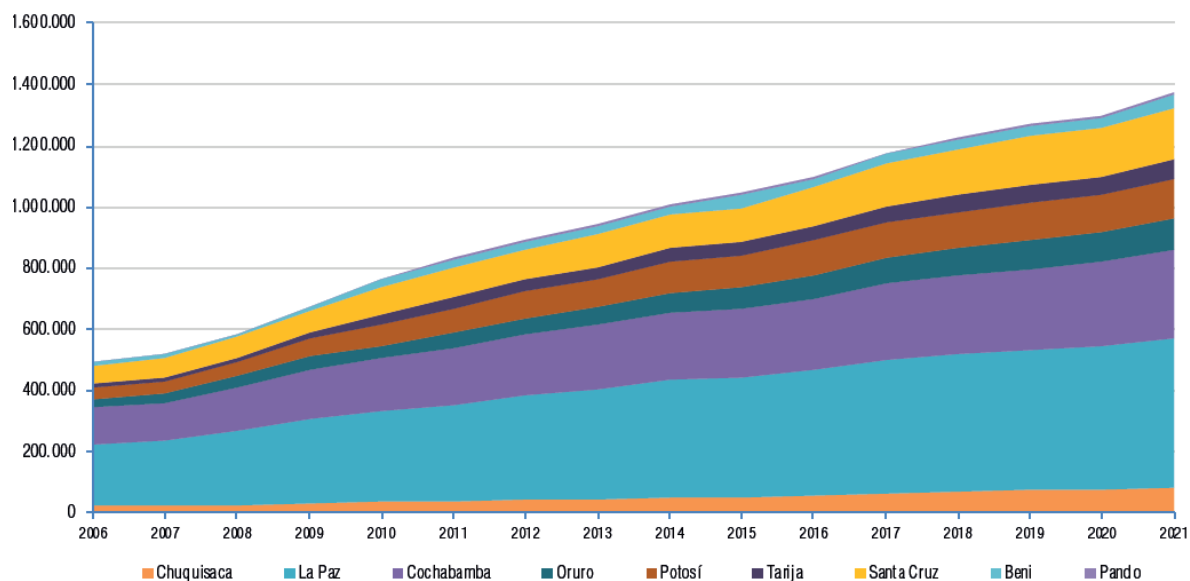
³² Autoridad de fiscalización y control social de la electricidad. Anuario 2021 estadístico. Disponible en: <https://www.aetn.gob.bo/web/main?mid=1&cid=82>

³³ Disponible en: <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/usuarios-energia-electrica-subsidio-tarifa-dignidad.html>

EVOLUCIÓN DEPARTAMENTAL DE CONSUMIDORES BENEFICIADOS

Periodo (2006-2021)

Gráfica VIII-1
Evolución departamental promedio de consumidores beneficiados
Periodo 2006 - 2021



Fuente: Autoridad de Fiscalización Electricidad y Tecnología Nuclear, Anuario Estadístico 2021.

5.2. Precio en el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM)

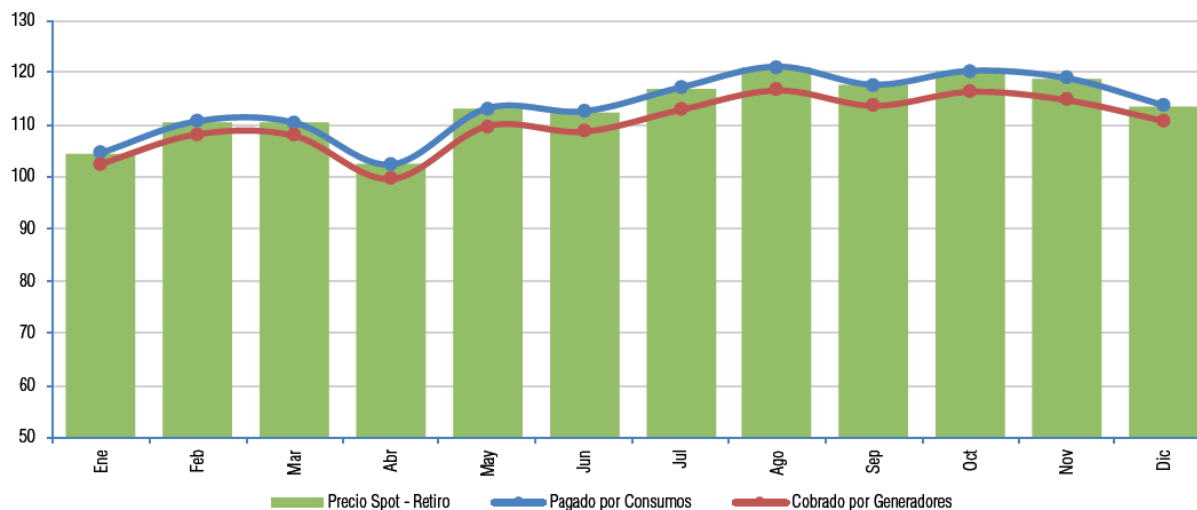
La energía forma parte de un mercado muy controlado por el gobierno dado que se considera un sector clave en la economía, por lo tanto, los precios están controlados por el Estado. La compraventa de electricidad en el MEM puede realizarse a través de contratos, o en el mercado Spot, donde las transacciones se realizan sobre la base de precios que se definen cada hora. Para desarrollar la estructura de precios, el gobierno boliviano se basa en las proyecciones de demanda de las distribuidoras; plan de inversiones; costos de suministro; tarifas base, fórmulas de indexación y estructura tarifaria; y cargos por conexión y reconexión.

Para que el control de precios de la energía sea lo más consolidado posible, se creó en 2003 el *Fondo de estabilización* donde cada seis meses se determinan: por un lado, los precios de nodo vigentes para obtener los precios de energía y potencia de aplicación, y por el otro, los cargos tarifarios aprobados para obtener las tarifas que son facturadas a los consumidores regulados.

PRECIO ENERGIA (BS/MWH)

Gestión 2021 - MEM

Gráfico III-7
Precio Energía (Bs/MWh)
Gestión 2021 - MEM



Fuente: Autoridad de Fiscalización Electricidad y Tecnología Nuclear, Anuario Estadístico 2021

5.3. Precios de energía provenientes de energías alternativas

A nivel de energías alternativas, los costos para su generación vienen diferenciados según la fuente utilizada. Según las estimaciones del Gobierno en base a sus estudios realizados para elaborar el Plan de Energías Alternativas 2025 los costes se desagregarían de la siguiente manera.

COSTE PROMEDIO ESTIMADO INSTALADO POR TIPO DE ENERGÍA

USD/KW

	SOLAR	BIOMASA	GEOTÉRMICA	EÓLICA
Coste (USD/kW)	2.600	1.700	4.350	2.600

Fuente: Plan para el Desarrollo de las Energías Alternativas 2025.

Tal y como se puede observar en el cuadro, la energía que supone un coste más elevado de instalación es la geotérmica con un precio estimado de 4.350 USD/KW instalado, mientras que el que menos inversión requiere es la biomasa con un costo estimado de 1.700 USD/KW instalado. Estos costos son referenciales para el SIN y Sistemas Aislados, por lo que no se han tenido en cuenta la inversión de las obras asociadas de infraestructura eléctrica como construcción de líneas y subestaciones eléctricas.

En el último año la demanda máxima de potencia del SIN fue de 1.574,09 MW. El Plan de inversiones del gobierno boliviano estima conseguir generar 251,12 MW gracias a las energías

alternativas, mediante la inversión de 877 millones de USD. Esto supondría un 15,95 % del total demandado.

El Estado Plurinacional de Bolivia apuesta por la generación de energías limpias en el marco de su compromiso con la comunidad internacional por el cuidado del medio ambiente. Por ello, el objetivo es incrementar la producción de electricidad a través energía hidroeléctrica, solar fotovoltaica, eólica y biomasa para desplazar paulatinamente el uso de recursos de hidrocarburos de modo que para 2025 la demanda interna nacional sea cubierta en un 70 % solo con fuentes renovables.

Dentro de todo el proyecto, la partida que más inversión requerirá es la de Diversificación de la matriz energética SIN, la cual se le estima un coste de 760,85 millones de USD, lo que representa un 86 % de la inversión total de todo el plan. En el siguiente cuadro se desagregan los costes de esta partida y la energía generada que se estima obtener.

INVERSIÓN ESTIMADA TOTAL DE LOS PROYECTOS CON ENERGÍAS ALTERNATIVAS PLAN 2014 – 2025

(millones de USD)

APLICACIÓN	MW	INVERSIÓN
Eólica	50	130
Biomasa (bagazo de caña)	10	17
Geotérmica	100	435
Solar	20	52
Otros emprendimientos	59	126.85
TOTAL	239	760.85

Fuente: Plan para el Desarrollo de las Energías Alternativas del Estado Plurinacional de Bolivia – 2025.

Tal y como se puede observar en la tabla, la energía con mayor presupuesto es la geotérmica, con 435 millones USD, seguidas de la eólica y solar con 130 y 52 millones USD respectivamente, en último lugar estaría la biomasa con tan solo una aportación de 17 millones USD. Por lo tanto, tal y como se ha comentado antes, la inversión en la diversificación de la matriz energética SIN supondría un desembolso de casi 761 millones USD, para obtener 239 MW proveniente de energías alternativas.

6. Percepción del producto español

Según el avance del Informe del sistema eléctrico español de RED Eléctrica de España³⁴ : en el 2021 la demanda de electricidad en España se recupera de forma progresiva tras el impacto de la pandemia y crece un 2,5 % respecto al 2020. Las tecnologías renovables produjeron en el 2021 el 46,7 % de toda la electricidad generada en España, registrando su mayor participación en el mix de generación desde que existen registros.

Además, la eólica ha representado el 23,3 % del total de la producción en España, liderando así el mix de generación nacional por primera vez desde 2013.

Consecuentemente las empresas españolas ocupan los primeros puestos en el ranking mundial en diferentes modalidades, siendo el primer país de la Unión Europea en generación de energía eólica y quinto a nivel mundial además de ser el sexto en energía fotovoltaica. En Bolivia como en muchos otros países, la percepción de los productos y servicios vinculados a las energías renovables es muy positiva. Por tanto, se puede tomar a España como una potencia mundial en el sector lo que supone una gran facilidad en cuanto a introducción y primer contacto con el mercado boliviano.

TSK, que ya supera los 3.000 MW en proyectos solares tanto fotovoltaicos como termosolares, se adjudicó en la nueva planta solar de 50 MW en el departamento de Oruro. Actualmente ya se ha construido y fue inaugurada el 9 de febrero de 2021, convirtiéndose así en la central más grande del país en energía alternativa, debido a que alcanza una potencia de 100 megavatios (MW)³⁵.

³⁴ Disponible en: <https://www.ree.es/es/datos/publicaciones/informe-anual-sistema>

³⁵ La Razón (2021). Planta de energía solar de Oruro es la más grande de Bolivia con 100 MW de potencia instalada. Disponible en: <https://www.la-razon.com/economia/2021/02/10/planta-de-energia-solar-de-oruro-es-la-mas-grande-de-bolivia-abarca-una-extension-de-208-ha/>

CONSTRUCCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA DE ORURO



Fuente: Diario El Día Bolivia

La planta piloto de 5 MW del proyecto geotérmico Laguna Colorada ha sido diseñada y está siendo construida por el grupo español SACYR junto a Ormat Technologies con un presupuesto cercano a los 435 millones de euros y con el objetivo de que empiece a operar próximamente.

PLANTA GEOTÉRMICA LAGUNA COLORADA



Fuente: Ecoticias



Empresas españolas como TSK y SACYR con sus correspondientes proyectos en Bolivia y sus buenos resultados, reafirman la buena percepción y profesionalidad de los productos y servicios españoles en este sector.

Proyectos TSK en Bolivia:

- Complejo Solar Oruro 100 MW: plantas fotovoltaicas ORURO I y II.
- Planta Hidroeléctrica Ivirizu 200 MW (Cochabamba).
- Proyecto Hidroeléctrico MIGUILLAS 207 MW (La Paz).
- Parque eólico QOLLPANA Fase II 24 MW (Cochabamba).

icex

7. Canales de distribución

Los servicios de ingeniería y construcción se tramitan a partir de licitaciones nacionales o internacionales dependiendo de la categoría del proyecto y la financiación que recibe.

Las oportunidades de proyectos energéticos se informarán a través de licitaciones públicas por parte de las entidades financiadoras multilaterales, el Ministerio de Energía, las operadoras del sistema (ENDE Corporación)³⁶ o SICOES (la plataforma online de contratación pública), dependiendo del área del proyecto en cuestión (ingeniería, construcción, equipamiento, etc.).

Todas las contrataciones por montos mayores a 20.000 bolivianos ³⁷ son registradas en el SICOES (Form. 400 y Form. 500).

WEBS DE LICITACIONES

Entidad	Web
SICOES	https://www.sicoes.gob.bo/portal/index.php
ENDE Corporación ³⁸	https://www.ende.bo/nacional-internacional/vigentes/

Para contrataciones internacionales, además de lo anterior, ENDE publica en la página DG MARKET, página especializada para dicho efecto.

³⁶ El Manual de Contrataciones Directa permite dos modalidades:

- **Contratación directa sin proceso previo:** Se aplica únicamente en la contratación de servicios y adquisición de bienes hasta Bs.50.000 y en los casos excepcionales comprendidos en el Manual de Procedimiento de Contrataciones Directas.
- **Contratación directa con proceso previo:** Se aplica en la contratación de servicios y adquisición de bienes por montos mayores o iguales a Bs.50.000 y no se encuentren comprendidos en los casos facultados para la contratación directa sin proceso previo.

³⁷ Decreto Supremo N.º 1497, 20 de febrero de 2013, Convenios Marco y el Registro Único de Proveedores del Estado - RUPE

³⁸ Enlace: <https://www.ende.bo/politicas-de-contratacion-bienes>

8. Acceso al mercado - Barreras

Existen varias barreras de acceso al mercado actualmente, principalmente, porque el sector se encuentra en etapa de desarrollo y aún quedan varias cuestiones básicas a definir a nivel gubernamental, ambiental, normativo etc.

8.1. Barreras normativas

Para servicios de ingeniería y construcción se tienen las siguientes normativas para el acceso a licitaciones públicas.

- **El Decreto Supremo N.º 1497 de 20 de febrero de 2013** establece que *“Las Empresas Públicas Nacionales y Estratégicas de acuerdo con su naturaleza jurídica, en base a su función de producción y generación de excedentes, deberán realizar todos sus procesos de contratación de bienes y servicios de manera directa”*. En el marco de esta norma, ENDE cuenta con un Manual de Contrataciones Directa que permite dos modalidades:
 - **Contratación directa sin proceso previo:** contratos de hasta 50.000 Bs y casos excepcionales.
 - **Contratación directa con proceso previo:** contratos por importe igual o mayor a 50.000 Bs.
- **Procesos de contratación de Obras, Bienes y Servicios Públicos por parte del Estado Plurinacional de Bolivia**
Los procesos de contratación pública están regulados por el Reglamento de Administración de Bienes y Servicios RE-SABS, Decreto Supremo N.º 0181, 28 de junio de 2009. También pueden crearse Decretos Supremos ad hoc para determinadas licitaciones internacionales.
- **Condiciones adicionales para el acceso a licitaciones públicas**
Según el Código de Comercio y Resolución Suprema N.º 150566 de 17 de julio de 1969, *“La Unidad de Servicios a Operadores (USO), dependiente del Viceministerio de Transportes (VMT) del Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda (MOPSV), entre sus objetivos tiene el procesamiento de trámites de Registro, Modificación y Emisión de Certificados a Empresas Nacionales de Construcción para que puedan acceder a Licitaciones Públicas”*³⁹.

³⁹ Los trámites de registro se pueden llevar a cabo en el siguiente enlace web:
<https://sionet.oopp.gob.bo/Public/frConstructoraDefault.aspx>

- Para poder licitar a los proyectos de diseño y obra, **no se requiere que la empresa esté legalmente constituida en Bolivia**. Sin embargo, una vez adjudicada la obra, a la firma del contrato es necesario estar constituida legalmente en el país.

8.2. Barreras del sector

- Pese a que se sabe que Bolivia tiene un gran potencial para la generación de energía alternativa, no existe cuantificación a detalle sobre la cantidad de energía que podría producir el país.
- Existe una falta de normativa específica que limita el desarrollo pleno del sector.
- Idiosincrasia del país: Existen numerosos proyectos de preinversión y financiamiento, pero es usual que se tropiecen con problemas de orden social y burocracia entre otros.
- Falta de experiencia institucional y la dificultad que tienen las entidades territoriales autónomas para orientar la inversión pública al desarrollo energético.
- El sistema de precios dentro del SIN (precios monómicos y precios por potencia) no encaja con la intención de promover las energías alternativas.
- En la matriz eléctrica, existe una gran sobreoferta de potencia frente a la demanda. Por lo que, no se requerirá expandir la generación de electricidad.
- El mercado de electricidad en Bolivia presenta precios bajos de energía, debido al mantenimiento de un alto subsidio para el precio del gas natural.
- La competitividad para la introducción de fuentes de energía renovables está siendo distorsionada por la subvención en el precio del gas natural en el caso de las exportaciones a Brasil y a Argentina, además de los problemas ambientales que genera en el país.
- La escasa participación del sector privado en la cadena productiva a causa de la nacionalización de la electricidad está obstaculizando la introducción de empresas extranjeras y el desarrollo de las empresas locales.
- Falta de capacidad local instalada y empresas locales especializadas.

8.3. Barreras a la inversión

- Las inversiones realizadas con subvenciones y créditos extremadamente blandos pueden llegar a ser un futuro problema para el país. Sin embargo, esta barrera actual puede llegar a convertirse en una oportunidad, puesto que sabiendo que este tipo de créditos y subvenciones no serán infinitos, el gobierno boliviano necesitará ayuda del sector privado para asegurar la cobertura eléctrica interna y de exportación, tal y como está ocurriendo con las explotaciones de hidrocarburos.
- Políticas de debilitación del capital privado.
- Ley de Inversiones y Ley de Arbitraje que no ofrecen suficientes garantías de seguridad al inversor extranjero.

8.4. Barreras en el riesgo de tipo de cambio

- Existe riesgo cambiario en Bolivia entre boliviano y euro. Respecto al dólar, el riesgo se reduce porque mantiene un tipo de cambio fijo desde 2011 y a largo plazo no se espera un cambio en este sistema.

ICEX

9. Perspectivas del sector

El presupuesto de inversión inicial de la eléctrica estatal boliviana, ENDE, para 2022 asciende a 3.100 millones de bolivianos (450 millones de USD).

La mitad del gasto planificado, una partida de 1.590 millones de bolivianos se destinará a generación, seguida de transmisión (815 millones de bolivianos) y distribución (697 millones de bolivianos).

La inversión en ENDE matriz corresponde al 56 %, y el resto se reparte entre sus filiales: Transmisión (25 %), ELFEC (7%), DELAPAZ (5,5 %), Corani (2,87 %), DEORURO (2,27 %), Guaracachi (1,21 %) y DELBENI (0,79 %).

El plan de proyectos priorizados de generación de este año incluye a las hidroeléctricas Ivirizu (290 MW, en la foto) y Miguillas (204 MW); los parques eólicos Ventolera (24 MW) y Warnes II (21 MW); la planta piloto geotérmica Laguna Colorada (5 MW); y los proyectos de ciclo combinado Warnes (320 MW), Entre Ríos (360 MW) y Del Sur (320 MW).

PROYECTOS ENERGÍAS RENOVABLES

Plantas de generación	Entidades	Fase	Potencia instalada (MW)
Generación EE. RR	ENDE Corporación		548,8
Generación de Biomasa	ENDE Corporación		50
Biomasa Cobija	ENDE Corporación	En Estudio	20
Biomasa Riberalta	ENDE Corporación	En Estudio	20
Generación Eólica	ENDE Corporación		228
Eólico Qollpana I	ENDE Corani	Ejecutado	3
Eólico Qollpana II	ENDE Corani	Ejecutado	24
Eólico Qollpana III	ENDE Corani	En Estudio	51
Eólico Warnes	ENDE Corporación	En Ejecución	14,4
Estudios estratégicos de expansión eólica	ENDE Corani	En estudio	
Eólico La Ventolera	ENDE Corani	En Estudio	24
Eólico San Julián	ENDE Corporación	En Ejecución	39,6
Eólico El Dorado	ENDE Corporación	En Ejecución	54
Generación Geotérmica	ENDE Corporación		100
Planta Piloto Laguna Colorada	ENDE Corporación	En Ejecución	50
Central Laguna Colorada	ENDE Corporación	En ejecución	100

Generación Solar	ENDE Corporación		170,8
Solar Cobija	ENDE Guaracachi S.A.	Ejecutado	5,2
Solar Oruro Fase I	ENDE Corporación	Ejecutado	50
Solar Yunchará	ENDE Guaracachi S.A.	Ejecutado	5
Solar Uyuni Potosí	ENDE Guaracachi S.A.	Ejecutado	60
Solar El Sena – Pando	ENDE Guaracachi S.A.	En ejecución	0,4
Solar Riberalta - Guayaramerín	ENDE Corporación	En estudio	5,8
Solar de Oruro Fase II	ENDE Corporación	En ejecución	50

Fuente: ENDE Corporación – Proyectos

Por parte del Viceministerio de Energías y Energías Alternativas se encuentran los siguientes planes, programas y proyectos:

Planes

- Plan de Energías Alternativas 2025.
- Plan de Universalización - Bolivia con Energía 2010 – 2025.
- Plan Eléctrico del Estado Plurinacional de Bolivia 2025.

Programas

- Infraestructura Descentralizada para la Transformación Rural
 - Extensión de Redes y Densificación.
 - Sistemas Fotovoltaicos.
- EUROSOLAR
 - Sistemas híbridos Solar-Eólico.
- Electricidad Descentralizada para el Acceso Universal-GPOBA
 - Sistemas Fotovoltaicos en Unidades Educativas.
 - Sistemas Fotovoltaicos Individuales.
- Proyecto obras complementarias LTE Caranavi-Trinidad-OFID
 - Construcción y remodelación de líneas y redes eléctricas.
- Programa de Electrificación Rural BID BO-L1050
 - Extensión de Líneas de Distribución.
 - Extensión de Transmisión.
 - Implementación de Proyectos Piloto con Energía Renovable.
- Implementación Proyectos de Electrificación Rural
 - 10 Proyectos de electrificación rural en el departamento de La Paz.
 - 1 Proyecto de electrificación rural en el departamento de Cochabamba.
- Acceso a Fuentes de Energía Moderna
 - Pico Sistemas Fotovoltaicos Domiciliarios para el departamento de Pando.
 - Elaboración de Estudios.
- Infraestructura Descentralizada para la Transformación Rural IDTRII

- Extensión de Redes Eléctricas y Densificación.
- Sistemas Fotovoltaicos Domiciliarios.
- Sistemas Fotovoltaicos Sociales.
- Energías Renovables KFW
 - Construcción de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas.
- Programa de Electrificación Rural con Energía Renovable
 - Implementación de Sistemas Híbridos Solar-Diesel.
 - Dotación de Sistemas Fotovoltaicos y Termosolares a escuelas y postas de salud.
- Sistemas Fotovoltaicos y Termosolares en Puestos de Salud Depto. De Pando
 - 21 sistemas Fotovoltaicos en Puestos de Salud.
- Programa nacional de eficiencia energética.
- Programa Electricidad para Vivir con Dignidad del gobierno en el que se describen los diferentes proyectos de energías renovables que el gobierno con la ayuda de diferentes financiadores quiere impulsar.
- Generación Distribuida - Decreto Supremo N.º 4477: Procedimientos de retribución, registro, inscripción de empresas instaladoras y recolección de información de Generadores Distribuidos.

La potencia instalada para el año 2025 basado en energías renovables se pretende que alcance los 630 MW. Proyectando una potencia de 10 MW por proyecto de media, este salto de potencia implicaría una media de 5 proyectos para los próximos años.

Sin embargo, el incipiente enfriamiento que está presentando la economía del país derivado de la pandemia del COVID-19 y la actual recesión económica derivada de la guerra Rusia-Ucrania, que afecta a la producción de bienes y servicios, principalmente alimentos y energía. Ha creado un contexto de crisis externo y un contexto interno de escasez de gestión de recursos públicos, presentando una elevada vulnerabilidad en el crecimiento económico, aumento del déficit fiscal y desempleo, entre otros.

Además, la apuesta estatal por la generación hidroeléctrica, muy intensiva en capital, conlleva a pensar que los nuevos proyectos en energías renovables no convencionales vendrán de la mano de los programas proyectados por organismos multilaterales y cooperaciones internacionales.

10. Oportunidades

Bolivia es uno de los 15 países de mayor biodiversidad del mundo, y también contiene innumerables paisajes y ecosistemas, la mayoría de ellos en buen estado de conservación:

La **zona amazónica**, cuenta con una superficie boscosa de 53 millones de hectáreas, aproximadamente el 10 % de los bosques tropicales de Sudamérica y es el sexto país con la mayor cantidad de bosques tropicales del mundo. También cuenta con zonas de bosque seco tropical. Todo este ecosistema es idóneo para la **producción de energía solar y biomasa**. También cuenta con el ecosistema de sabana y matorrales sabanoides tropicales en el que la generación de biomasa puede ser aprovechable y de gran eficiencia.

La **zona altiplánica** tiene los ecosistemas de matorrales y pastizales monteros y la tundra alpina. Estos ecosistemas, proporcionan **elevadas velocidades de vientos** debido a la altura, desiertos y zonas áridas en las que existe mucha **radiación solar**, así como volcanes y **zonas calientes** para la generación de energía geotérmica.

Esto hace de Bolivia un país idóneo para las energías renovables, y se cree conveniente exponer su potencial y los proyectos que el gobierno está queriendo impulsar.

Las proyecciones que tiene el Gobierno en cuanto a la producción de energías alternativas para 2025 son aumentar hasta 630 MW la potencia instalada proveniente de energías renovables no convencionales.

A noviembre de 2022, se encuentran como proyectos en estudio por parte de ENDE Corporación los siguientes⁴⁰:

- Proyecto hidroeléctrico Banda azul
- Proyecto hidroeléctrico Juntas Corani
- Proyecto hidroeléctrico Ambrosia
- Proyecto hidroeléctrico Oquitas
- Proyecto hidroeléctrico Carrizal
- Proyecto hidroeléctrico Huacata
- Proyecto hidroeléctrico Cambarí
- Proyecto hidroeléctrico Molineros
- Proyecto construcción Línea de transmisión interconexión de Pando al sin - Pando
- Proyecto hidroeléctrico Cuenca Amazónica

⁴⁰ Para más información véase: <https://www.ende.bo/proyectos/estudio>

- Proyecto hidroeléctrico Río Madera
- Proyecto hidroeléctrico Cachuela Esperanza
- Proyecto hidroeléctrico El Bala
- Proyecto hidroeléctrico Cuenca del Plata
- Proyecto investigación diag. potencial energías alternativas oriente boliviano
- Proyecto investigación diag. potencial energías alternativas occidente boliviano
- Proyecto parque eólico La Ventolera
- Ciclo combinado CAR1 y CAR2
- Proyecto hidroeléctrico Rositas
- Planta solar Riberalta
- Planta fotovoltaica Oruro fase II
- Construcción planta biomasa Cobija
- Construcción planta biomasa Riberalta
- Ciclo combinado GCH11
- Proyecto ciclo combinado SCZ1 y SCZ2
- Proyecto Aguas Calientes II Arenales
- Proyecto hidroeléctrico Icona
- Proyecto construcción línea de transmisión 500 KV Santa Cruz - Chaco
- Proyecto construcción línea de transmisión interconexión Laguna Colorada al SIN - Potosí
- Proyecto hidroeléctrico Chayanta
- Proyecto hidroeléctrico Incahuasí
- Proyecto hidroeléctrico Muñecas
- Estudios estratégicos de Expansión Eólica
- Proyecto construcción línea de transmisión interconexión San Ignacio de Velasco y San Matías al SIN

Por parte del gobierno hay 4 programas para el cumplimiento de los objetivos proyectados en el Plan de Energías Alternativas a 2025:

1. Generación eléctrica mediante energías alternativas (primer programa): destinado a la generación eléctrica para la diversificación de la matriz de generación en el sistema eléctrico nacional.
2. Electricidad para Vivir con Dignidad (segundo programa): orientado al acceso a la energía eléctrica de la población rural y periurbana.
3. Desarrollo normativo y fortalecimiento institucional (tercer programa): destinado al desarrollo normativo y fortalecimiento institucional.
4. Desarrollo de la investigación, promoción y difusión (cuarto programa): dirigido a la investigación y desarrollo, promoción y difusión de las energías alternativas.

A continuación, se recogen diferentes ilustraciones y tablas en las que se describen los proyectos del Estado en esta área:

PROYECTOS EN EL MARCO DEL PROGRAMA ELECTRICIDAD PARA VIVIR CON DIGNIDAD - PEVD

Programa	Financiamiento	Monto	Objetivo
Proyecto de Infraestructura Descentralizada para la Transformación Rural – IDTR II	Banco Mundial (préstamo)	50.000.000 USD	Ampliación de servicio eléctrico en zonas sin acceso.
Global Partnership Output Based Aid – GPOBA	Banco Mundial (donación)	3.000.000 USD	Universalización del acceso a la Energía eléctrica en áreas rurales de Bolivia. Más información en: www.gpoba.org/node/387
Programa de Energías Renovables	Banco de Desarrollo de Alemania – KfW (donación)	5.740.044 €	Utilización sostenible de energías renovables a través de la implementación de Micro y Minicentrales Hidroeléctricas (MCH). Más información en: www.pevd.gob.bo/pevd/prensa/noticias/57-promocion-de-proyectos-del-programa-de-energias-renovables-pevd-kfw
Programa Eurosolar	Unión Europea (donación)	30.000.000 €	Acceso a una fuente renovable de energía eléctrica a comunidades aisladas de Bolivia. Más información en: http://eeas.europa.eu/delegations/bolivia/eu_bolivia/tech_financial_cooperation/horizontal_programs/euro_solar/index_es.htm
Proyecto EnDev	Cooperación Internacional Alemana – GIZ	-	Aumentar el número de personas con acceso a fuentes de energía moderna (energía para iluminación, cocina y usos productivos). Más información en: http://www.endev-bolivia.org/es/



Programa de Electrificación Rural PER – BID	En el marco del Contrato de Préstamo 2460/BL establecido entre el Estado Plurinacional de Bolivia y el Banco Interamericano de Desarrollo.	60.000.000 USD	Satisfacer las necesidades del sector energético boliviano con respecto al incremento y mejora de la cobertura eléctrica en el área rural. Más proyecto de energía del BID en: www.iadb.org/es/paises/bolivia/un-vistazo-a-los-proyectos,18416.html?Country=BO&Sector=EN&Status=&query
--	--	----------------	---

Fuente: elaboración propia

MÁS PROGRAMAS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL Y ENERGÍAS RENOVABLES

Organismo	Programa
BID	<p>Programa de Electrificación Rural con Energía Renovable: El objetivo general del Programa es apoyar el desarrollo y uso de energía sostenible en Bolivia con un financiamiento no reembolsable de 5.504.480 USD. Con 3 componentes clave:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sistemas Híbridos que incluye el financiamiento de estudios para la selección y diseño de hasta ocho sistemas de generación eléctrica renovable, suministro, instalación y puesta en marcha de tres generadores con fuente renovable en el departamento del Beni. - Sistemas Solares para proveer de electricidad y agua caliente en escuelas y postas de salud en áreas rurales. - Monitoreo y difusión que contempla el apoyo a la capacitación para promover el uso de energías renovables en Bolivia. <p>Más proyectos de Energía del BID en: www.iadb.org/es/paises/bolivia/un-vistazo-a-los-proyectos,18416.html?Country=BO&Sector=EN&Status=&query</p>
Agencia de cooperación internacional de Corea (KOICA)	Proyectos de Electrificación Rural y Energías Alternativas: Proyecto con SFV Parque Solar Universidad Tupac Katari. Donación: 3.000.000 USD.

ESTUDIOS Y ESTRATEGIAS PARA EL FORTALECIMIENTO DEL SECTOR ELÉCTRICO

Organismo	Programa
FOAR	Optimización de generación a través de fuentes renovables en los SA.
Banco Mundial	Estudio regional de subsidios en el sector energético para el análisis de impactos en términos fiscales y distributivos.

11. Información práctica

En las tablas siguientes se encuentran los datos de contacto de ciertas entidades públicas y privadas y diferentes expertos en el sector en Bolivia y América Latina:

DATOS DE CONTACTO CON ENTIDADES PÚBLICAS Y PRIVADAS DEL SECTOR

EMPRESA	REPRESENTANTE LEGAL	CARGO	TELÉFONO	CIUDAD	PÁGINA WEB
CÁMARA BOLIVIANA DE ELECTRICIDAD	Miguel Castedo	Presidente	(591-2) 2312988	La Paz, Bolivia	https://cbe.com.bo/inicio
COLEGIO DE INGENIEROS ELECTRICISTAS Y ELECTRÓNICOS - COCHABAMBA (CIEEB)	Alberto Arispe	Presidente	(591-4) 4403789	Cochabamba, Bolivia	www.sibcocabamba.com.bo
COLEGIO DE INGENIEROS ELECTRICISTAS Y ELECTRÓNICOS - LA PAZ (CIEE)	Moisés Montesinos	Presidente	(591-2) 2370434	La Paz, Bolivia	-
COLEGIO DE INGENIEROS ELECTRICISTAS Y ELECTRÓNICOS - ORURO (CIEEO)	Ramiro Herrera	Presidente	(591-2) 5247222	Oruro, Bolivia	siboruro.gal eon.com
COLEGIO DE INGENIEROS ELECTRICISTAS Y ELECTRÓNICOS - SANTA CRUZ (CIEESC)	Luis Fernando Añez Campos	Presidente	(591-3) 3526911	Santa Cruz, Bolivia	www.sibsc.com
COMISIÓN DE INTEGRACIÓN ENERGÉTICA REGIONAL - BOLIVIA (BOCIER)	Marco Antonio Escobar Seleme	Presidente	(591-4) 4584115	Cochabamba, Bolivia	www.bocier.org
COMITÉ NACIONAL DE DESPACHO DE CARGA (CNDC)	Manuel Fernando Román Arispe	Presidente	(591-4) 4259523	Cochabamba, Bolivia	www.cndc.bo
MINISTERIO DE HIDROCARBUROS Y ENERGÍA	Franklin Molina	Ministro	(591-2) 2374050	La Paz, Bolivia	www.hidrocarburos.gov.bo



SOCIEDAD DE INGENIEROS DE BOLIVIA (SIB)	Jorge Alberto Vaca Raslan	Presidente	(591-2) 2331832	La Paz, Bolivia	www.sib.org.bo
VICEMINISTRO DE ELECTRICIDAD Y ENERGÍAS ALTERNATIVAS	José María Romay Bortolini	Viceministro	(591-2) 2115661	La Paz, Bolivia	www.hidrocarburos.gob.bo/vmeea

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Electricidad y fuentes propias.

DATOS DE CONTACTO CON ENTIDADES PÚBLICAS Y PRIVADAS DEL SECTOR

EMPRESA	REPRESENTANTE LEGAL	CARGO	TELÉFONO	CIUDAD	PÁGINA WEB
ABER: ASOCIACIÓN BOLIVIANA DE ENERGÍAS RENOVABLES	Mauricio Achá	Presidente	(591-4) 4663437	Cochabamba	www.aber.org.bo
ENERGÉTICA – ENERGÍA PARA EL DESARROLLO	Miguel Fernández	Director Ejecutivo	(591-4) 4253647	Cochabamba	www.energetica.org.bo
IBNORCA – Instituto Boliviano de Normalización y Calidad	Daniel Sánchez Soliz	Presidente	(591-2) 2783628	La Paz	www.ibnorca.org
AUTORIDAD DE FISCALIZACIÓN Y CONTROL SOCIAL DE ELECTRICIDAD - AE	Ing. Richard Alcócer Garnica	Director Ejecutivo	(591-2) 2312401	La Paz	www.ae.gob.bo/aewebmobile/main

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Electricidad y fuentes propias.

12. Anexos

12.1. Fuentes

12.1.1. Bibliográficas

Normativa y Publicaciones Estatales

- Análisis comparativo de las condiciones institucionales y técnicas relevantes para la integración de las energías renovables en América del Sur [PDF]. [Generación de electricidad a partir de energías renovables en América del Sur (REGSA), Bolivia].
- Annual Reporting on Renewables: Ten years of excellence [PDF]. [Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21), Bolivia] 2015.
- Anuario Estadístico 2021. Autoridad de Fiscalización y Control Social de Electricidad. Ministerio de Energías.
https://sawi.aetn.gob.bo/docfly/app/webroot/uploads/Anuario_AETN_2020-cpelaez-2021-05-12-i.pdf
- Anuario noviembre 2020 - noviembre 2021: 1 año de gestión. Más energías para salir adelante. Ministerio de Hidrocarburos y Energías.
- Atlas Eólico y Solar de Bolivia, Ministerio de Hidrocarburos y Energías (septiembre, 2021).
<http://www.pronostico-erv.org.bo/atlas>
- Autoridad de Fiscalización de Electricidad y Tecnología Nuclear (2021). Generación bruta en sistemas aislados (SIN). Enero 2020 – diciembre 2020.
<https://www.aetn.gob.bo/web/main?mid=1&cid=104>
- Autoridad de Fiscalización de Electricidad y Tecnología Nuclear (2021). Generación bruta en sistemas aislados (SA). Enero 2020 – julio 2020.
<https://www.aetn.gob.bo/web/main?mid=1&cid=104>
- Autoridad de Fiscalización y Control Social de Electricidad (2021).
<http://www.ae.gob.bo/aewebmobile/main>
- Balance Energético Nacional 2006-2020 [PDF]. [Ministerio de Hidrocarburos y Energía, Bolivia] diciembre, 2021.
<https://www.mhe.gob.bo/balance-energetico-nacional-2006-2020/>
- Informe Nacional Voluntario 2021. Estado Plurinacional de Bolivia.

- Cambio Climático y los Retos del Desarrollo Sostenible [PDF]. [Fundación Milenio, Bolivia] 2010.
- Situación Energética de Bolivia y Desafíos. Energética a solicitud de WWF-Bolivia, 2020.
- Modelamiento del sistema energético boliviano al 2040 según metas del IPCC. Un primer enfoque a los modelos de transición y las políticas de gestión de emisiones de carbono. Energética a solicitud de WWF-Bolivia. 2020.
- Impactos previsibles de la transacción energética en Bolivia. Energética a solicitud de WWF-Bolivia. 2020.
- Análisis preliminar de proyectos hidroeléctricos en Bolivia, sus impactos ambientales y la complementariedad energética. Energética a solicitud de WWF-Bolivia, 2020.
- Comité Nacional de Despacho de Carga (CNDC). Ministerio de Hidrocarburos y Energías (2021). Conformación Mercado Eléctrico Mayorista. <https://www.cndc.bo/empresa/conformacion.php>
- Arancel Aduanero de Importaciones 2022. Ministerio de Economía y Finanzas Públicas.
- Decreto Supremo N.º 2048 [PDF]. [Bolivia] 02 de julio de 2014.
- Decreto Supremo N.º 4477 [PDF]. [Bolivia] 24 de marzo de 2021.
- Diagnósticos Sectoriales: Electricidad [PDF]. [Unidad de Análisis de Políticas Sociales y Económicas (UDAPE), Bolivia] septiembre 2015.
- El Deber (2021). Anillo energético de Beni: Ministerio de Hidrocarburos y Energías apunta a consolidar el proyecto para estabilizar el suministro de electricidad. https://eldeber.com.bo/economia/anillo-energetico-de-beni-ministerio-de-hidrocarburos-y-energias-apunta-a-consolidar-el-proyecto-par_218024
- El desafío de las energías renovables para su inserción a mayor escala en el mercado eléctrico boliviano [PDF]. [Ramiro Rojas Zurita, Miguel Fernández Fuentes y Renán Orellana Lafuente, Bolivia] mayo 2011.
- Avance 2021 - El Sistema Eléctrico Español. Red Eléctrica de España.
- Energía Bolivia. La dinámica boliviana de la sustitución energética. http://www.energiabolivia.com/index.php?option=com_content&view=article&id=98:la-dinamica-boliviana-de-la-sustitucionenergetica&catid=18&Itemid=108
- Estimación del potencial de introducción de energías renovables en Bolivia (1) [PDF]. [ENERGETICA- Energía para el Desarrollo, Bolivia] 2010.
- Fernández Fuentes, Miguel (2010). Rol e impacto socioeconómico de las energías renovables en el área rural de Bolivia. http://biblioteca.clacso.edu.ar/Bolivia/cedla/20171023051615/pdf_251.pdf
- Fundación Solón (2020). Hidroeléctricas: Entre la necesidad y la pesadilla. <https://fundacionsolon.org/2020/01/24/hidroelectricas-entre-la-necesidad-y-la-pesadilla/>
- Instituto Nacional de Estadística de Bolivia (2021). <http://www.ine.gob.bo/>

- *Energy Transition Planning with High Penetration of Variable Renewable Energy in Developing Countries: The Case of the Bolivian Interconnected Power System, 2022.* Marco Navia, Renan Orellana, Sulmayra Zaráte, Mauricio Villazón, Sergio Balderrama and Sylvain Quoilin.
- La Época (2019). La cobertura eléctrica llegará a 100 mil nuevos hogares este año en Bolivia. <https://www.laepoca.com.bo/2019/07/30/la-cobertura-electrica-llegara-a-100-mil-nuevos-hogares-este-ano-en-bolivia/>
- La Razón (2021). Planta de energía solar de Oruro es la más grande de Bolivia con 100 MW de potencia instalada. <https://www.la-razon.com/economia/2021/02/10/planta-de-energia-solar-de-oruro-es-la-mas-grande-de-bolivia-abarca-una-extensioende-208-ha/>
- Memoria Anual 2020. Resultados de la operación del SIN. Comité Nacional de Despacho de Carga. Ministerio de Hidrocarburos y Energías. https://www.cndc.bo/home/media/memyres_2020.pdf
- Memoria Anual 2021 [PDF]. [ENDE Corporación, Bolivia]. https://www.endetransmision.bo/wp-content/uploads/2022/06/MEMORIA-ANUAL-2021-ENDE-TRANSMISION-VF-imprenta_Optimize.pdf
- Ministerio de Hidrocarburos y Energía (2022). <http://www2.hidrocarburos.gob.bo/>
- Página Siete (2013). Proyecto El Espino, la primera planta de energía solar en el país. <https://www.paginasiete.bo/sociedad/2014/7/20/proyecto-espino-primera-planta-energia-solar-pais-27216.html>
- Plan de desarrollo de energías alternativas 2025 [PDF]. [Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas, Bolivia] noviembre 2014.
- Plan de desarrollo energético: Análisis de Escenarios: 2008-2027 [PDF]. [Ministerio de Hidrocarburos y Energía, Bolivia] Julio 2009.
- Plan de Universalización Bolivia con Energía 2010-2025 [PDF]. [Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas, Bolivia] octubre 2010.
- Plan eléctrico del Estado Plurinacional de Bolivia 2025 [PDF]. [Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas, Bolivia] enero 2014.
- Plan Estratégico Institucional 2021 – 2025 [PDF]. [ENDE Corporación, Bolivia] 2020.
- Plan Nacional De Generación Hidroeléctrica y su importancia en el desarrollo del país (Diversificación y Exportación) [PDF]. [ENDE Corporación, Bolivia] 2015.
- Más energías para salir adelante. N.º 02 – 2021. Ministerio de Hidrocarburos y Energías.
- Más energías para salir adelante. noviembre – diciembre 2021 y enero 2022. Ministerio de Hidrocarburos y Energías.
- Plataforma Energética: Rol e impacto socioeconómico de las energías renovables en área rural de Bolivia [PDF]. [Centro de estudios para el desarrollo laboral y agrario (CEDLA), Bolivia] octubre 2010.

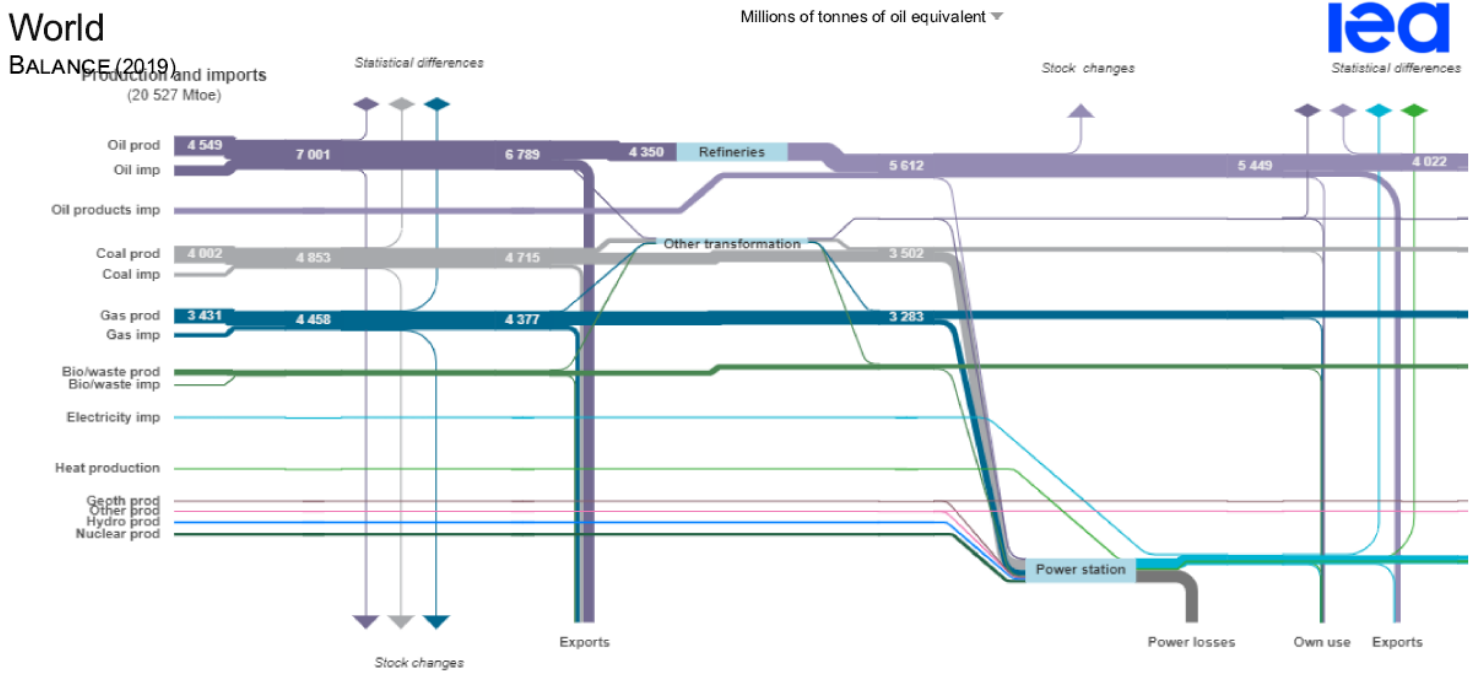
- Plataforma energética (2020). Línea de transmisión para exportar electricidad a la Argentina tiene avance del 70%. <https://plataformaenergetica.org/energia/energia-en-bolivia/bolivia-energia-libre-linea-de-transmision-para-exportar-electricidad-a-laargentina-tiene-avance-del-70/>
- Informe de Resultados 2020, ONU Bolivia. Marzo, 2021.
- IRENA (2022), Renewable Energy Statistics 2022, The International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi
- Política de energías alternativas para el sector eléctrico en el Estado Plurinacional de Bolivia [PDF]. [Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas, Bolivia] diciembre 2011.
- Sistema de Contrataciones Estatales (2022). <https://www.sicoes.gob.bo/>
- Xinhua español (2019). Bolivia generará excedentes de electricidad para exportar. http://spanish.xinhuanet.com/2019-09/10/c_138379219.htm
- Guía sobre Procedimientos de retribución, registro, inscripción de empresas instaladoras y recolección de información de Generadores Distribuidos. Disponible en: [Generecion-distribuida-nuevo-solo-MHE.pdf](#)

12.1.2. Fuentes primarias

- Entrevista el 25 de julio de 2019 a Michael Mechlinski, Coordinador Energías Renovables de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). Cooperación Alemana
- Entrevista el 25 de julio de 2019 a Arturo Loayza Ordoñez, Asesor Técnico en Energías Renovables de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). Cooperación Alemana
- Séptima Reunión Sub Grus Energías de las Cooperaciones Internacionales en Bolivia. Agencia Francesa de Desarrollo (27/07/2019).

12.2. Balance energético de Bolivia

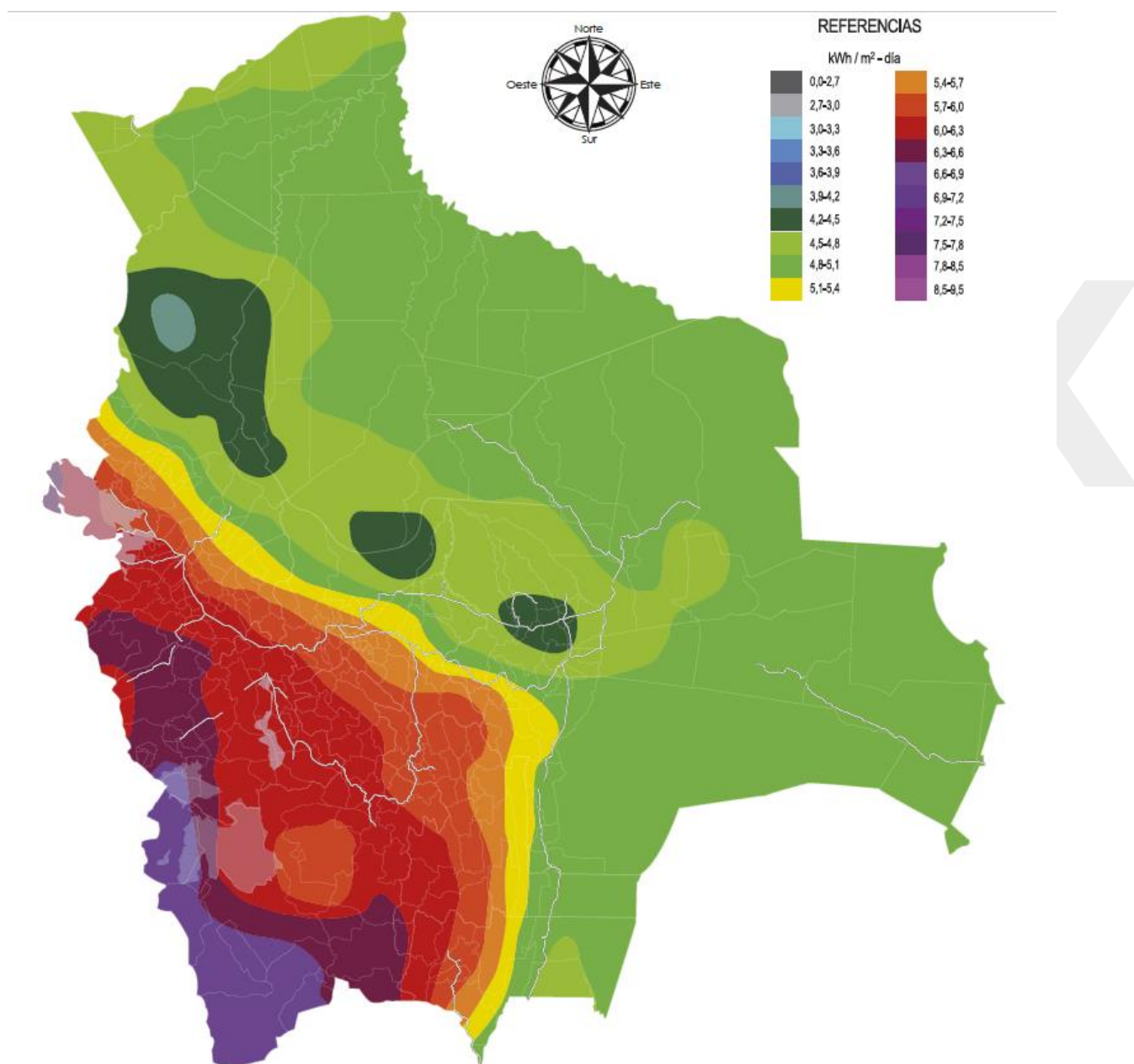
BALANCE ENERGÉTICO DE BOLIVIA 2019



Fuente: IEA

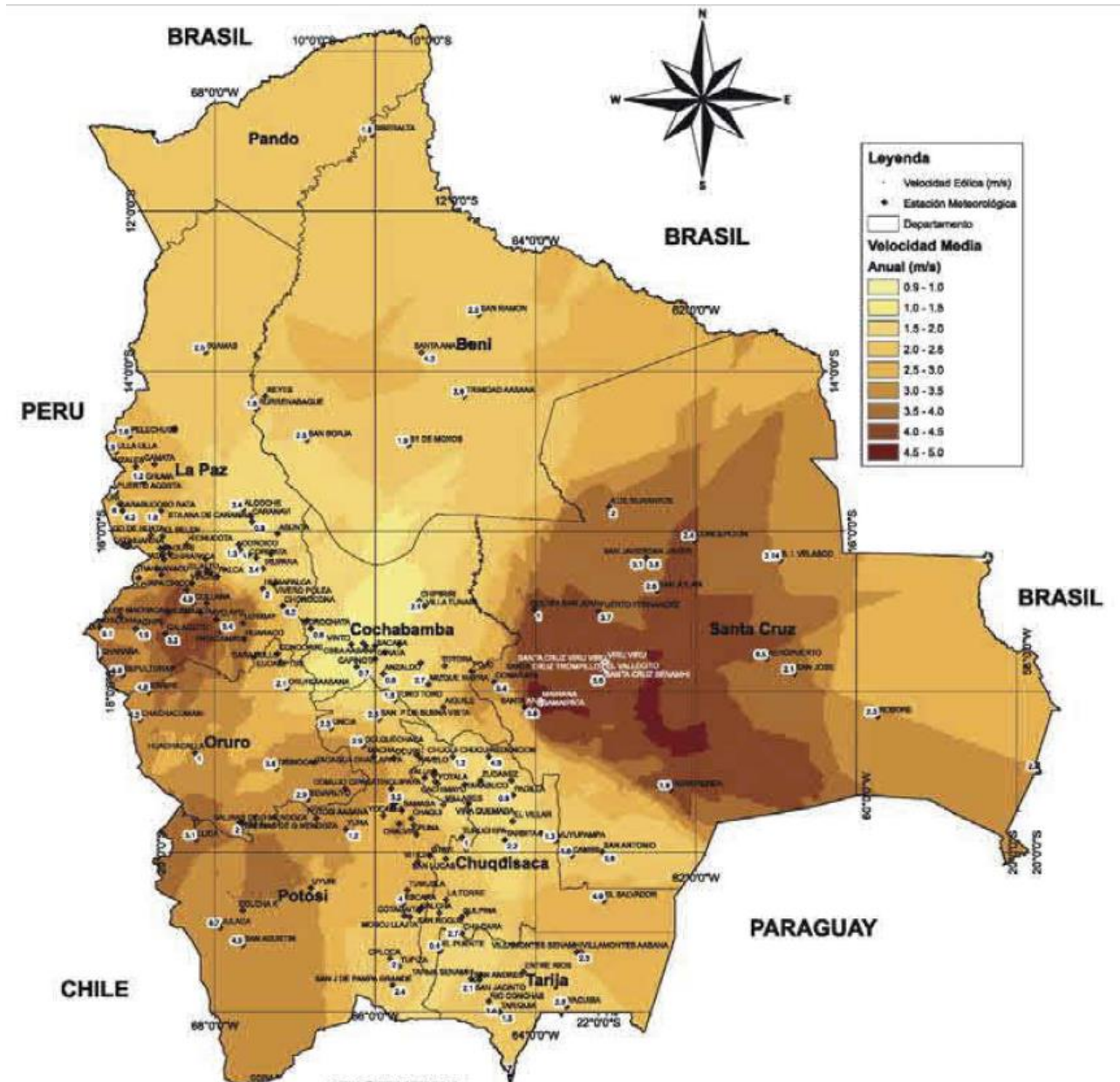
12.3. Mapas de energéticos potenciales en Bolivia

MAPA DEL POTENCIAL SOLAR EN BOLIVIA (KWH/M2/DIA)



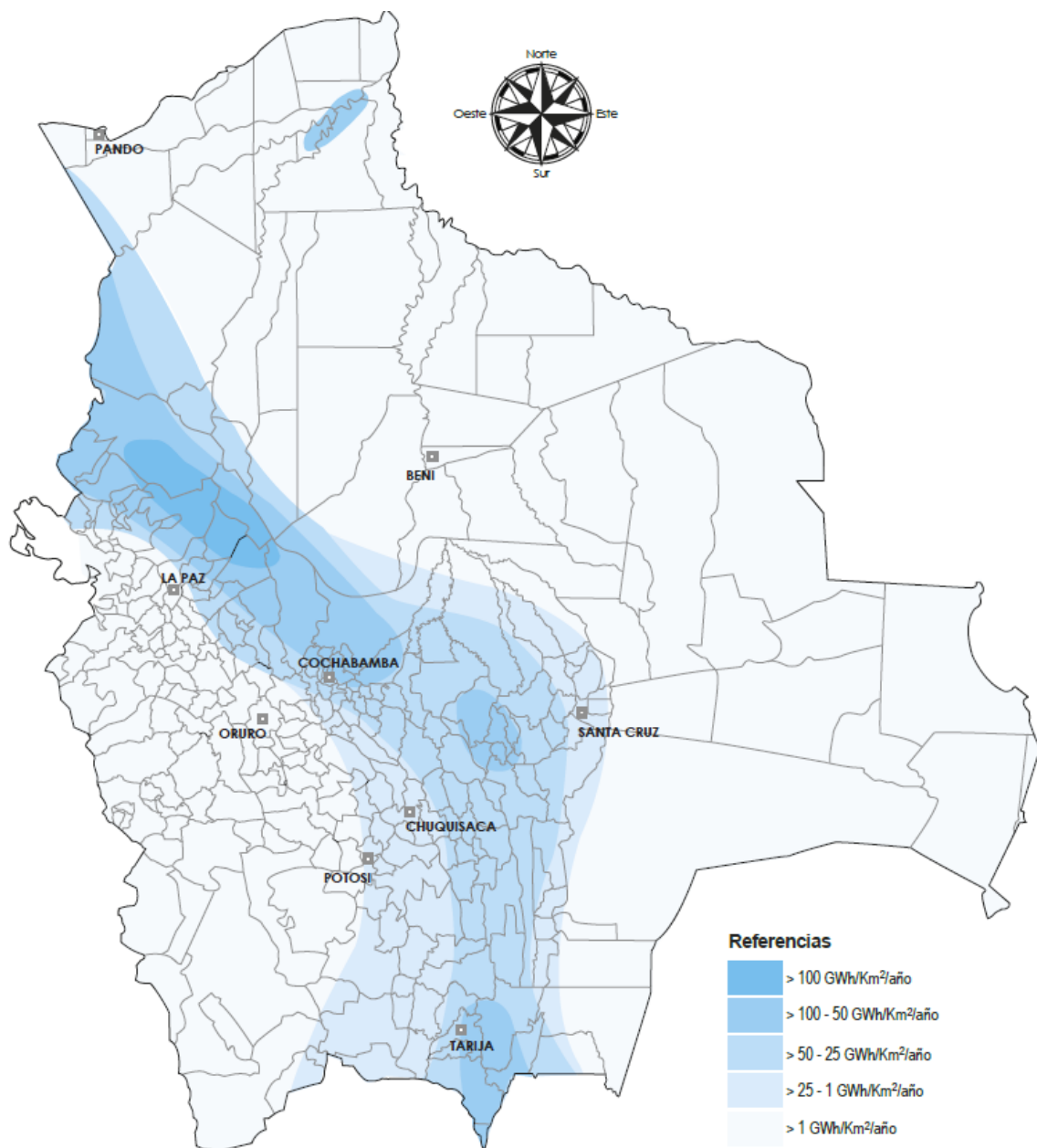
Fuente: Plan de desarrollo de energías renovables 2025

MAPA DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO EN BOLIVIA (M/S)



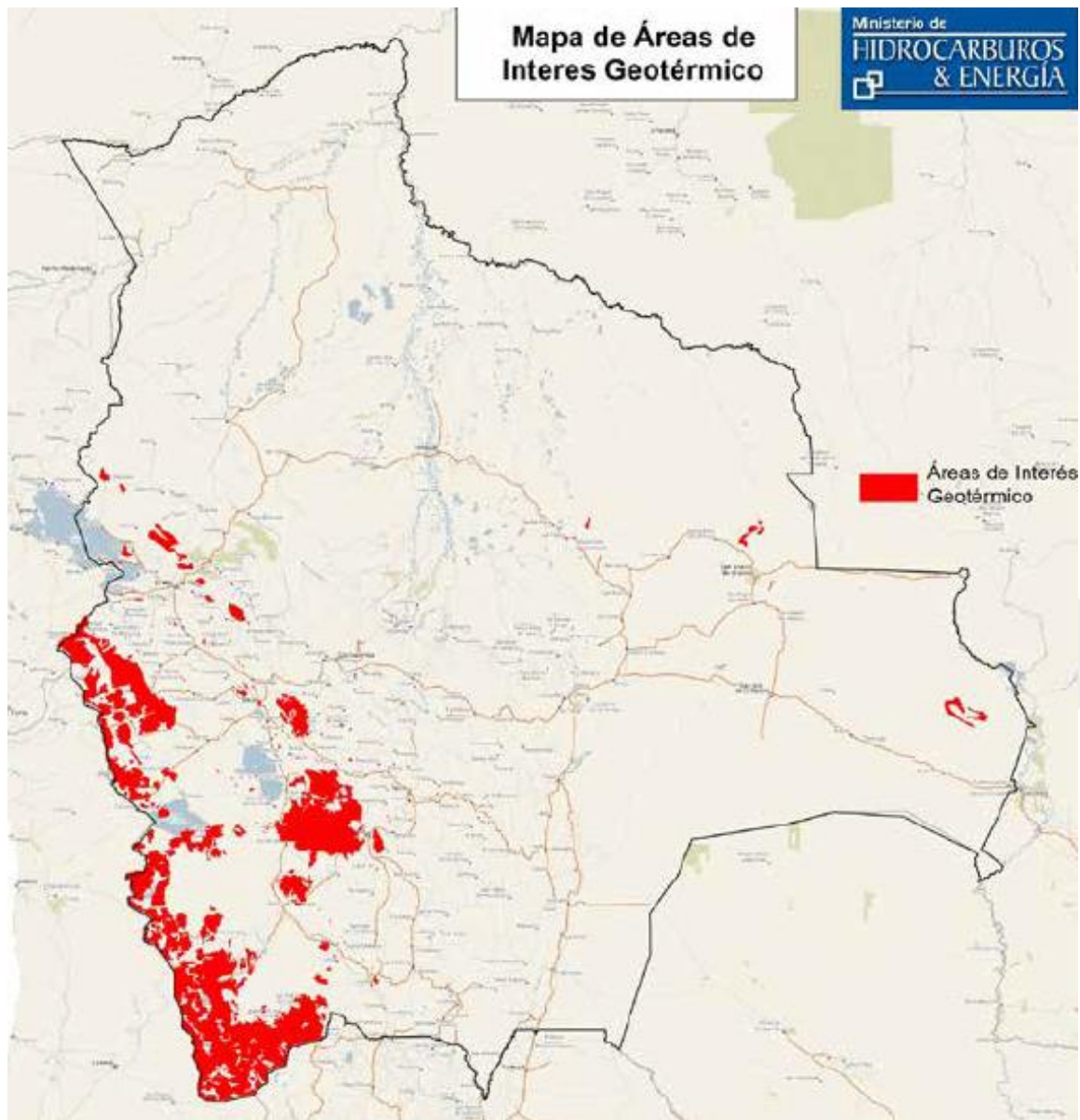
Fuente: Plan de desarrollo de energías renovables 2025

MAPA DEL POTENCIAL HÍDRICO EN BOLIVIA (GWH/AÑO/KM2)



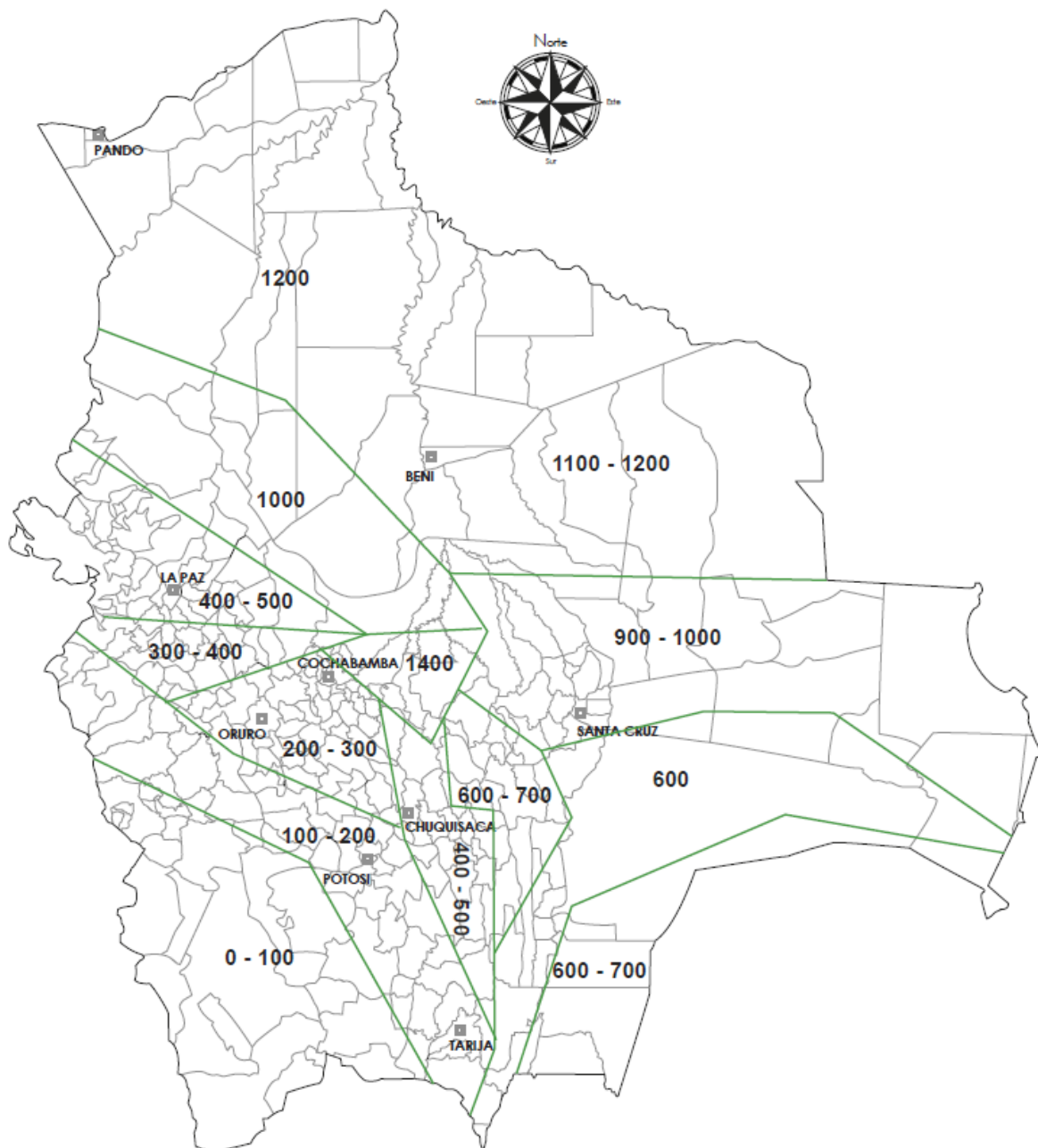
Fuente: Evaluación de los recursos hidroenergéticos de Bolivia, ENDE - OLADE, 1984; Recursos hidroenergéticos y medio ambiente, ENDE 1993. Elaboración: ENERGETICA. Situación energética de Bolivia y Desafíos.

MAPA DEL POTENCIAL GEOTÉRMICO EN BOLIVIA



Fuente: Plan de desarrollo de energías renovables 2025

MAPA DEL POTENCIAL DE BIOMASA EN BOLIVIA (M3/KM2/AÑO)



Fuente: Plan para el Desarrollo de las Energías Alternativas 2025

ICEX

Si desea conocer todos los servicios que ofrece ICEX España Exportación e Inversiones para impulsar la internacionalización de su empresa contacte con:

Ventana Global

913 497 100 (L-J 9 a 17 h; V 9 a 15 h)

informacion@icex.es

Para buscar más información sobre mercados exteriores [siga el enlace](#)

www.icex.es

