



# CONGRESO NACIONAL **CRISIS CLIMÁTICA**

Del 3 al 5 de Mayo de 2023

La Paz - Bolivia

## **LA NECESIDAD DE UNA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN BOLIVIA**

Amos Batto


amosbatto@yahoo.com

Celular: 76585096

<http://amosbbatto.wordpress.com>



# CONTENIDO

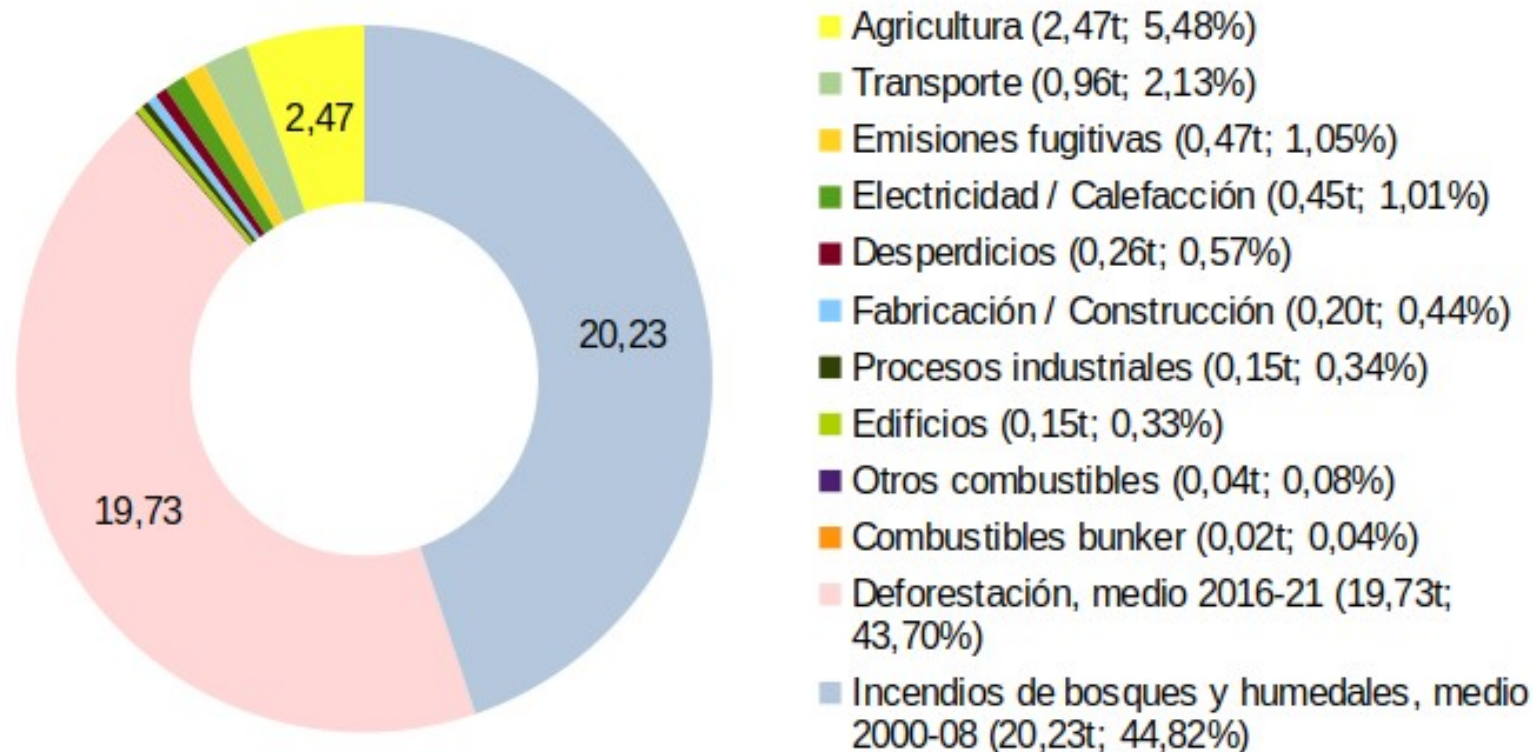
- 1. Reservas de hidrocarburos**
  - 2. La red eléctrica y sus emisiones de GEI**
  - 3. Problemas de los combustibles refinados**
  - 4. Energía renovable**
  - 5. Movilidad eléctrica**
- 

## Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en Bolivia

Si utilizamos la deforestación según Global Forest Watch y los incendios según EDGAR 4.2, combinado con los números de WRI CAIT en 2019, la emisiones son 45,14 toneladas de CO<sub>2</sub>-equivalente per cápita por año en Bolivia, que es 7 veces más que el promedio mundial, que es 6,48 t CO<sub>2</sub>-e/cápita/año.

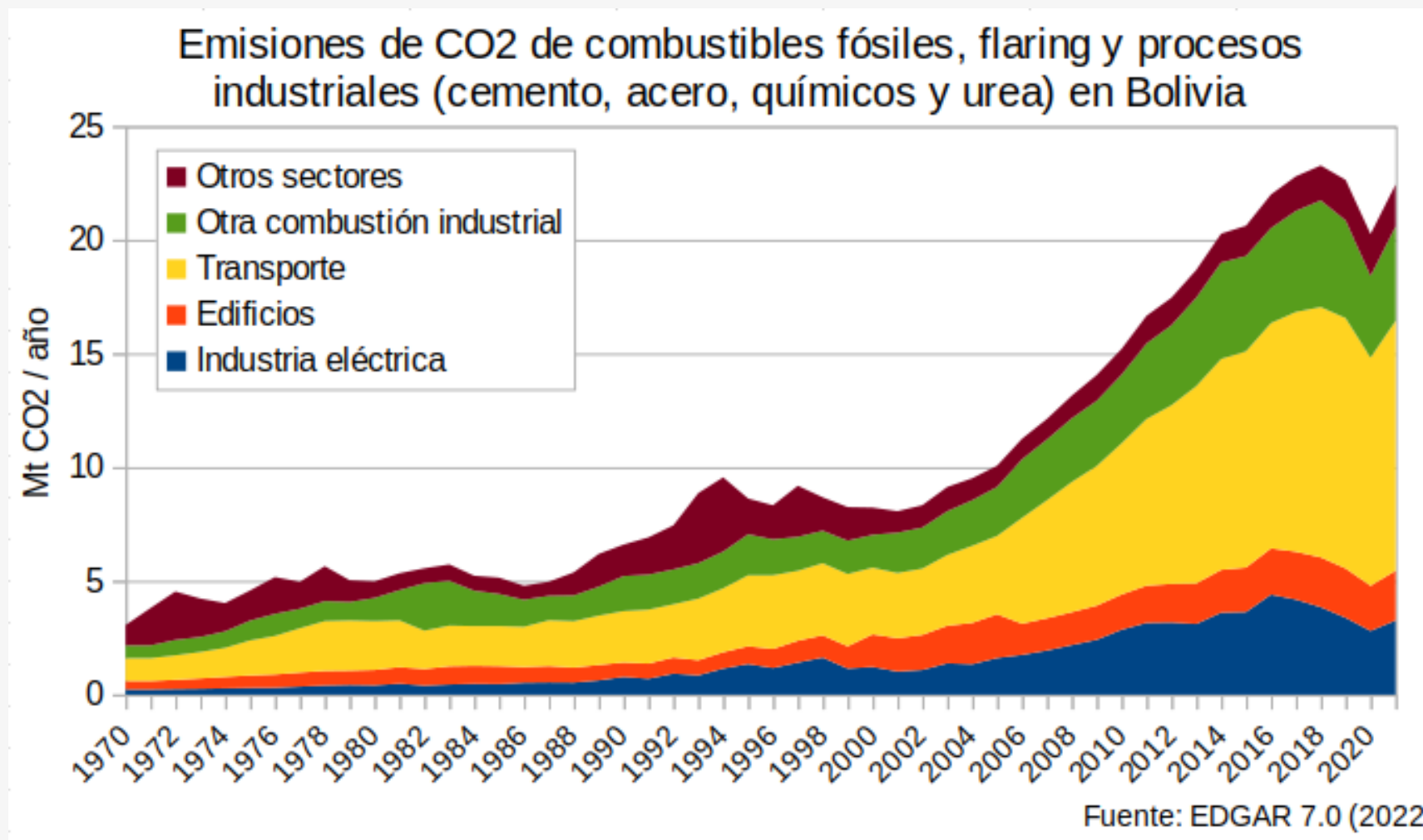
Aunque solo 4,1% de las emisiones bolivianas viene del sector energético (transporte, emisiones fugitivas de gas natural y electricidad / calefacción), necesitamos cambiar este sector para evitar muchos problemas socioeconómicos en el futuro.

Gases de efecto invernadero per cápita en Bolivia en 2019  
 (toneladas de CO<sub>2</sub>-e)



Fuentes: Deforestación de Global Forest Watch (promedio de 2016-2021), incendios de EDGAR 4.2 (promedio de 2000-2008) y otros sectores de WRI CAIT.

## Emisiones de combustibles fósiles ha subido en las últimas 2 décadas

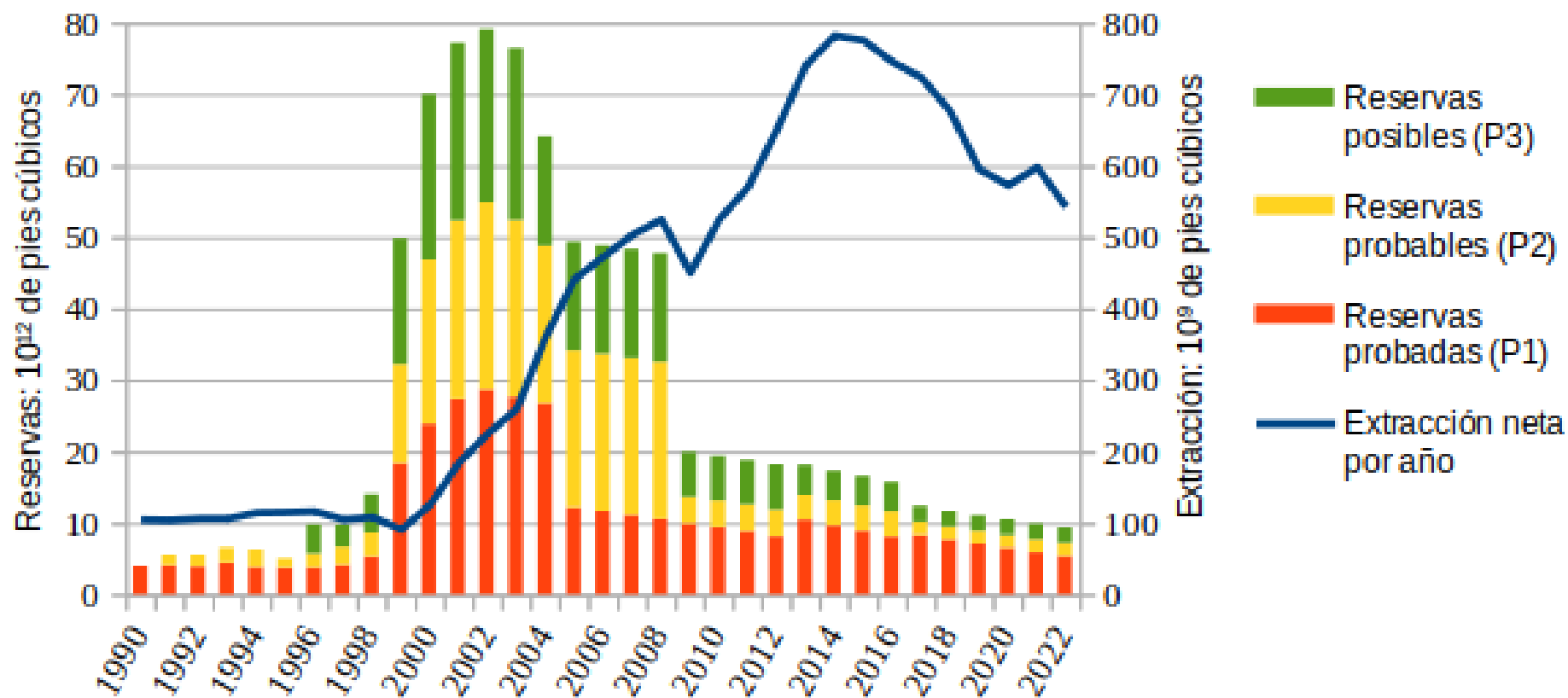


Aunque la gran mayoría de las emisiones bolivianas viene de la deforestación, los incendios y la agricultura, es importante no olvidar que las emisiones de CO<sub>2</sub> subieron 222% en la industria eléctrica, 283% en transporte y 134% en otra combustión industrial entre 2001 y 2021.



# Bolivia está agotando sus reservas de gas natural

## Reservas y extracción de gas natural en Bolivia

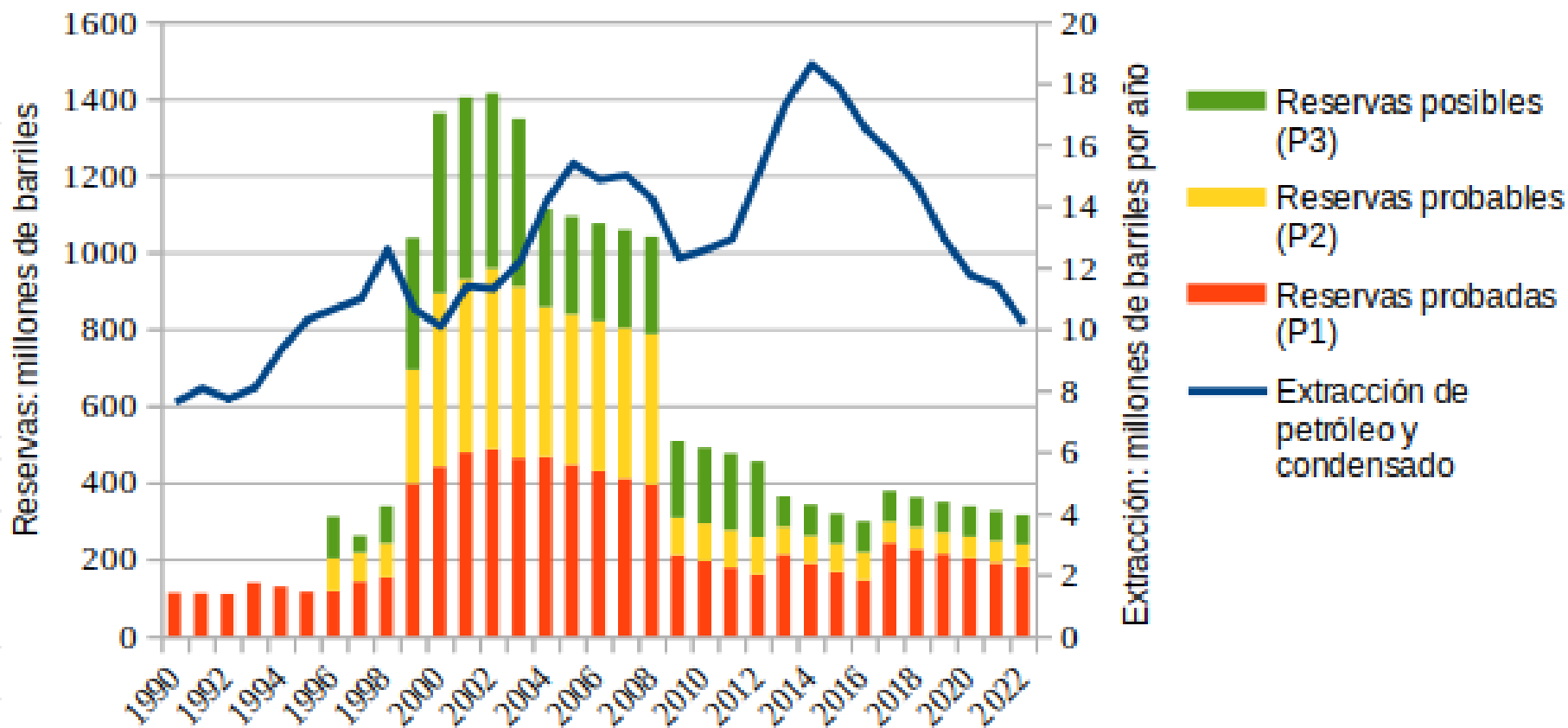


Reservas al final del año, calculadas de las reservas reportadas en 2005, 2009, 2013 y 2017. Fuente: Amos Batto con datos de ANH, YPFB e INE.

La extracción de gas natural ha caído 30,6%, de 783,6 a 543,9 mil millones de pies cúbicos entre 2014 y 2022. Al final de 2022, las reservas probadas eran aproximadamente 5350 mil millones de pie cúbicos.

## Bolivia esta agotando sus reservas de petróleo

### Reservas y extracción de petróleo y condensado en Bolivia

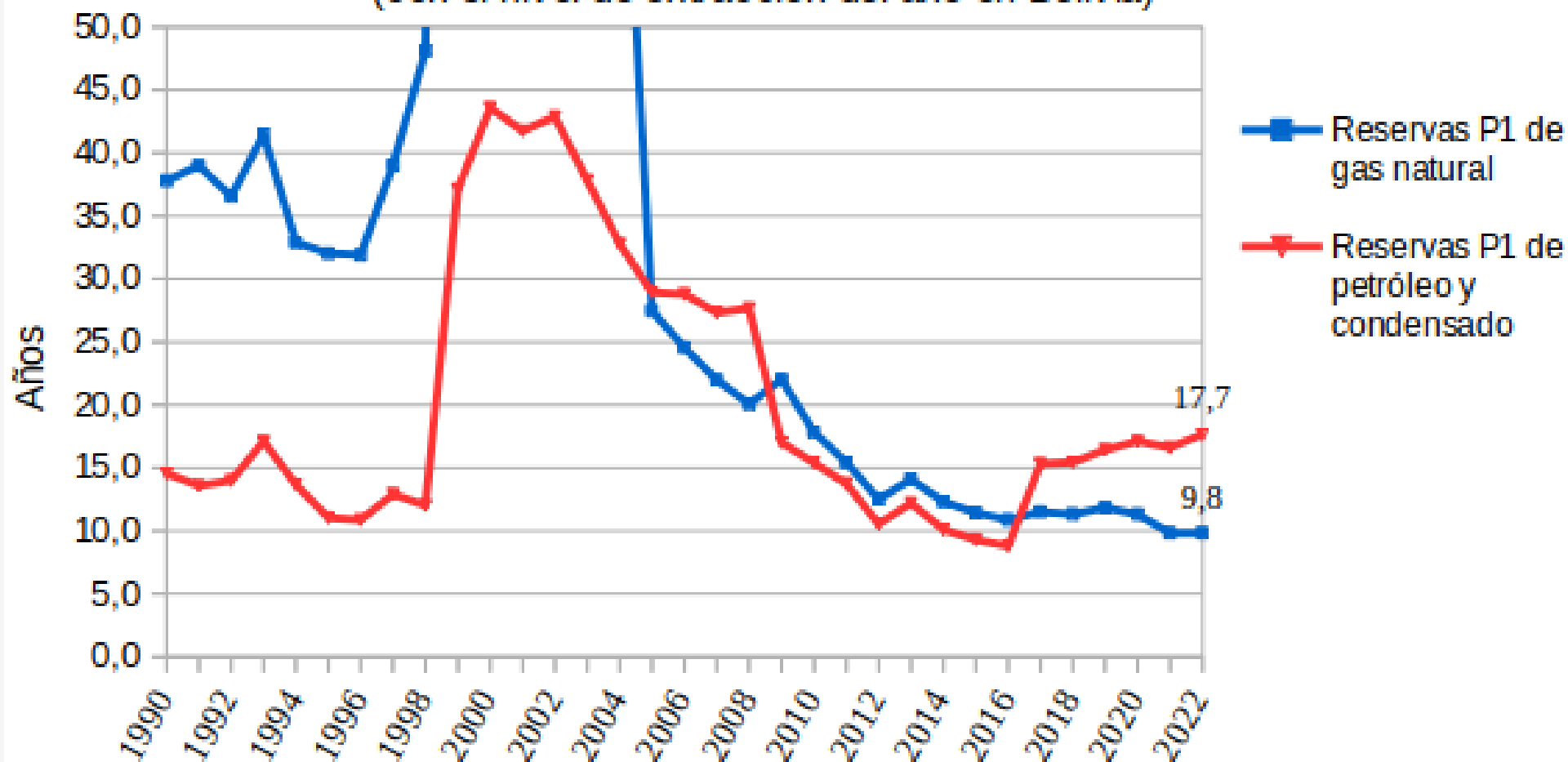


Reservas al final del año, calculadas de las reservas reportadas en 2005, 2009, 2013 y 2017. Fuente: Amos Batto con datos de ANH, YPFB e INE.

La extracción anual de petróleo ha caído 45,3%, de 18.64 a 10.19 millones de barriles entre 2014 y 2022. Las reservas probadas eran 179,9 millones de barriles al final de 2022.

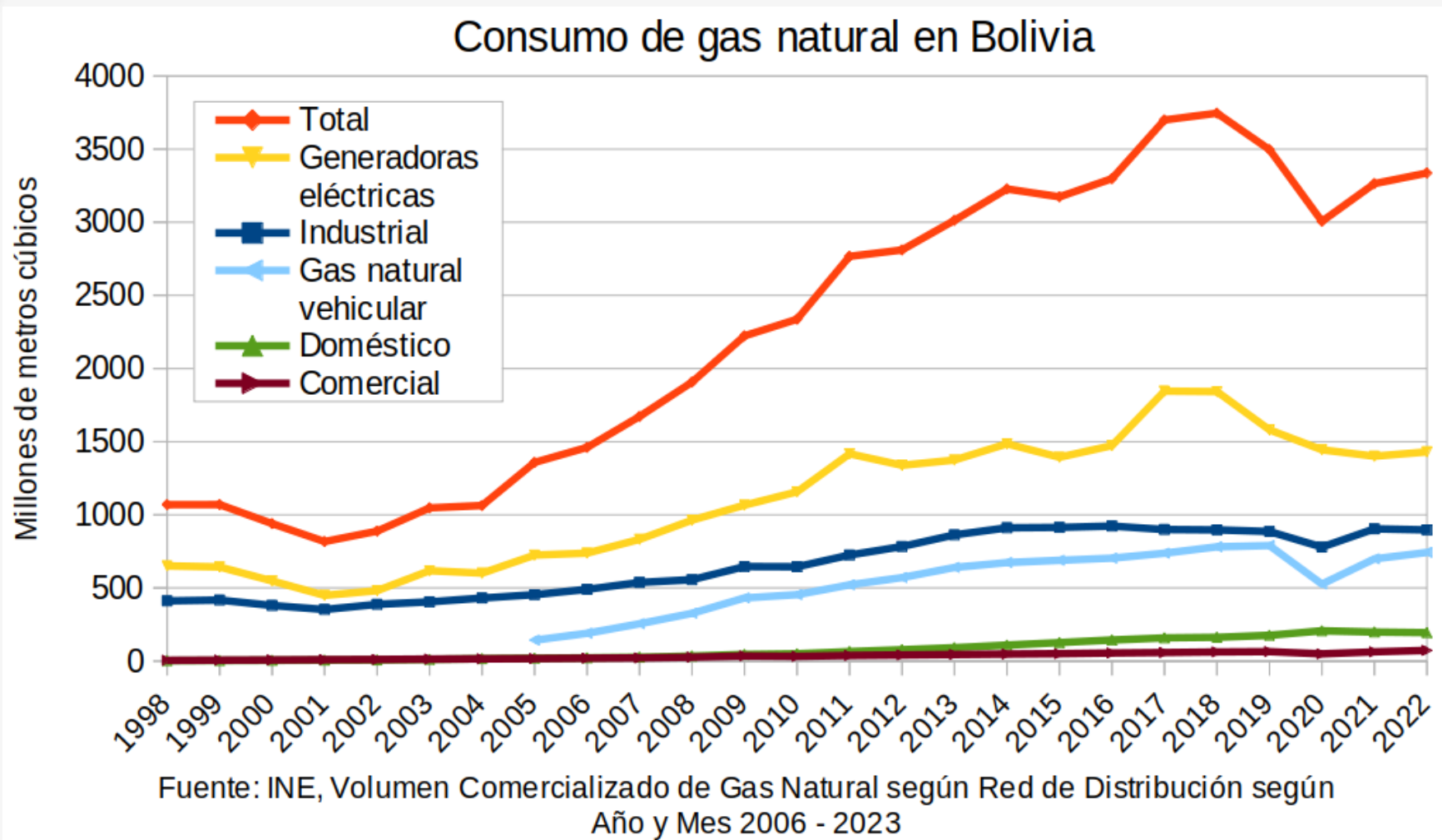
## Bolivia sólo tiene 9,8 años más de gas en sus reservas probadas con el nivel de extracción actual

Años restantes de reservas probadas (P1) de hidrocarburos  
(con el nivel de extracción del año en Bolivia)



Fuente: Amos Batto, con datos de INE.

## El consumo de gas ha aumentando en lugar de reducirlo

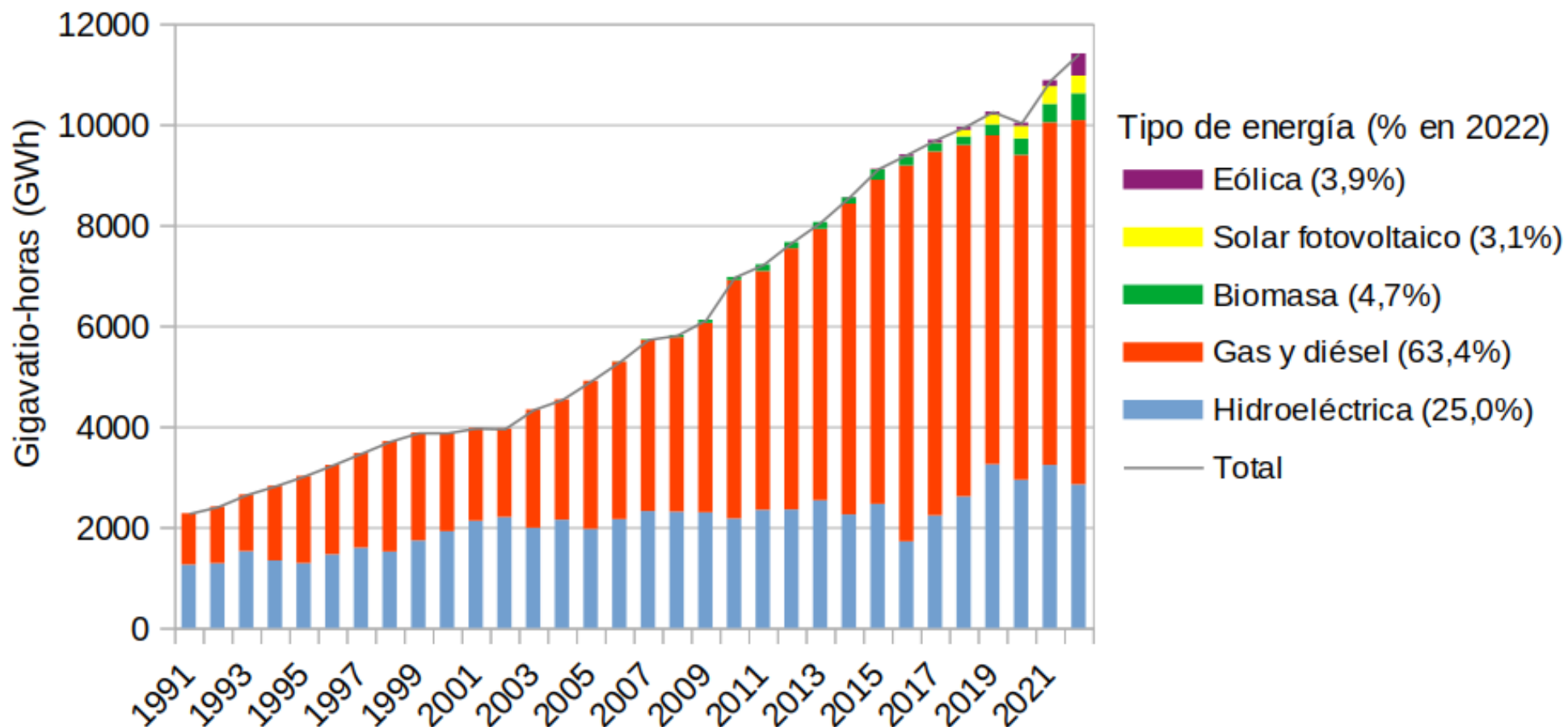


El consumo anual de gas natural dentro de Bolivia creció de 940 a 3336 millones de metros cúbicos entre 2000 y 2022. La mayoría de este crecimiento fue causada por gas vehicular y las termoeléctricas de gas.



## De 57% energía renovable a 63,4% energía fósil en 3 décadas

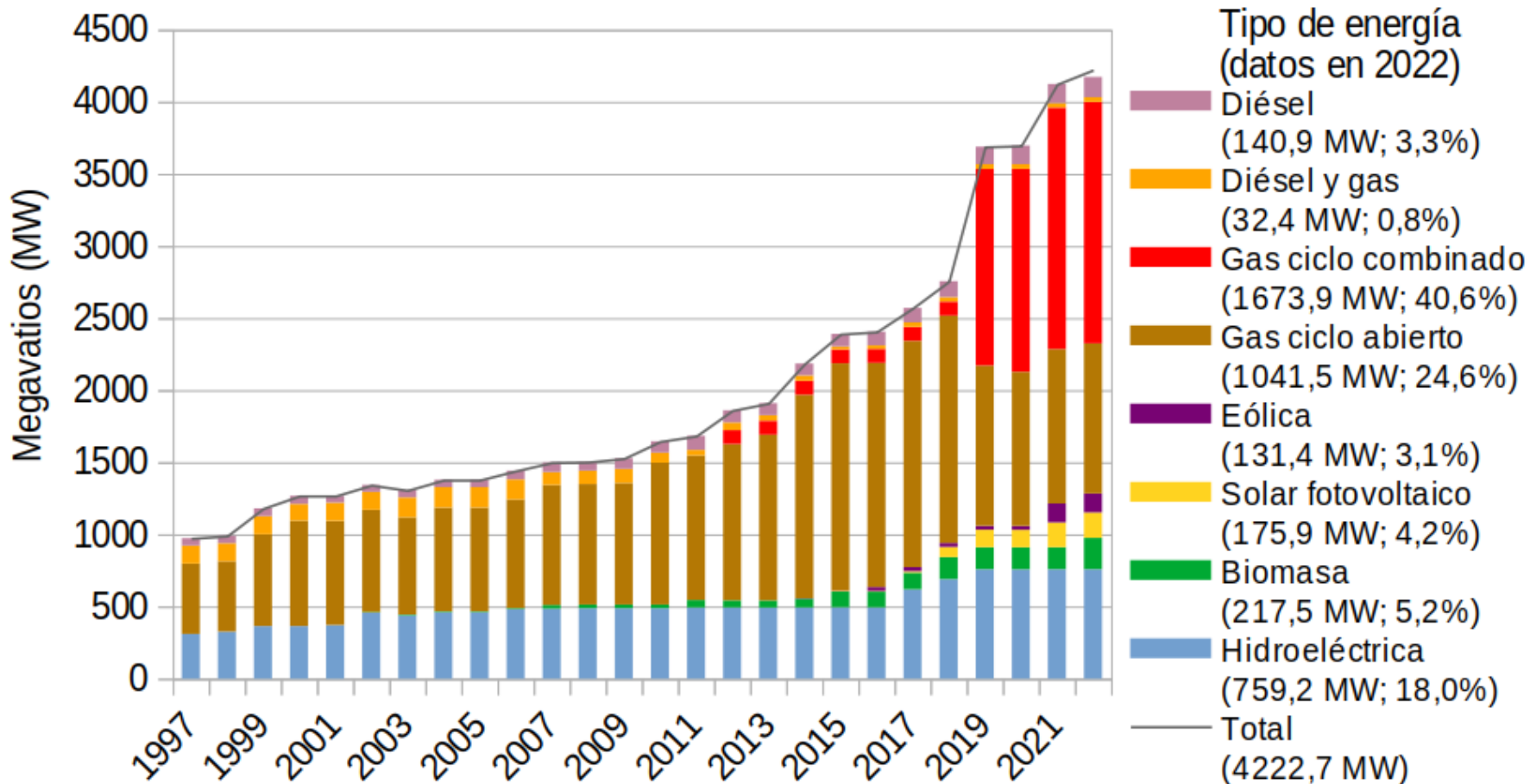
### Generación eléctrica bruta en Bolivia (GWh)



Fuente: Amos Batto, con datos de la AETN.

# Inversión en termoeléctricas de gas en lugar de energía renovable

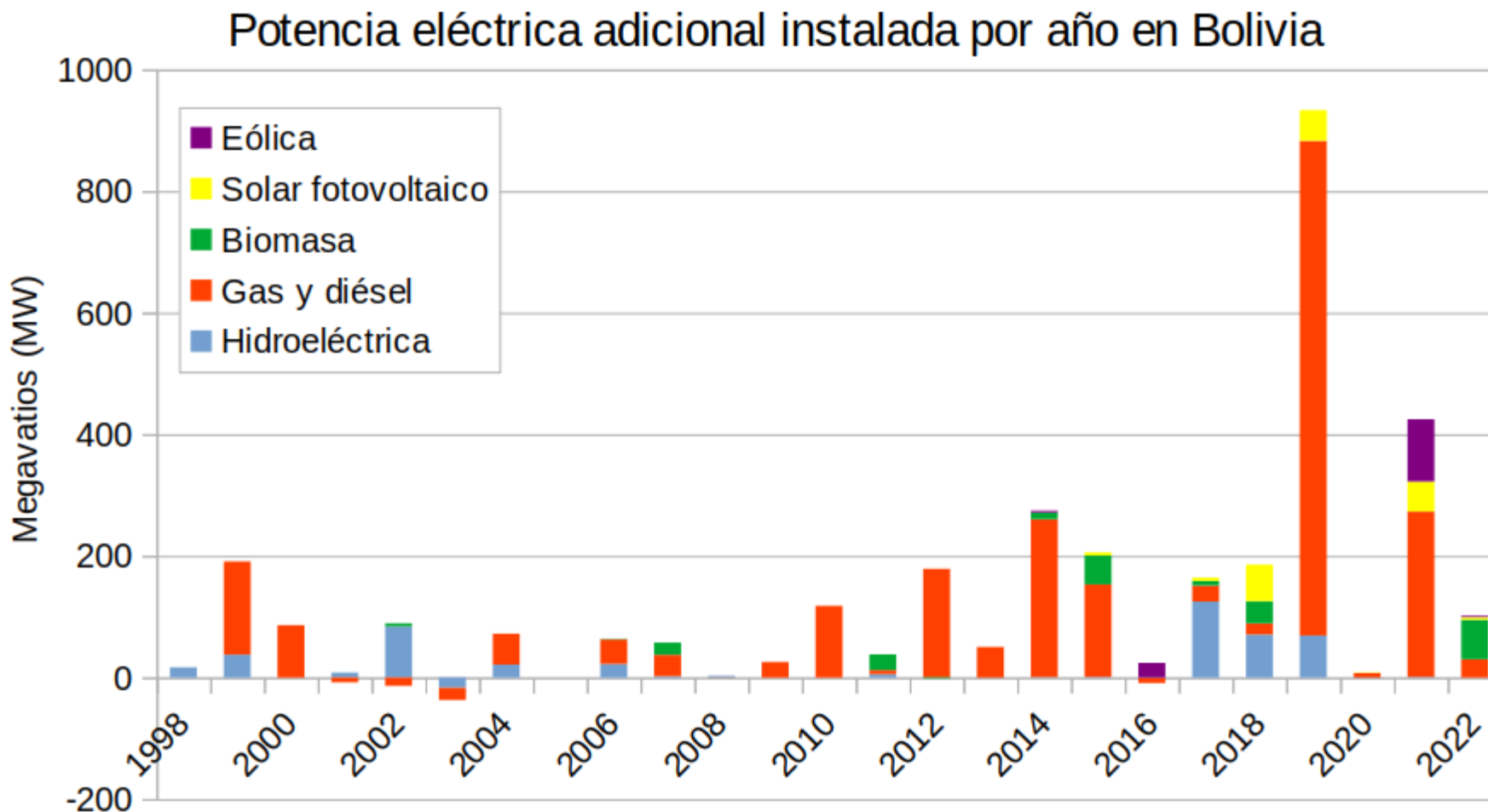
## Potencia instalada en los generadores eléctricos de Bolivia



Fuente: Amos Batto, con datos de la AETN.

Entre los años 1997 y 2022, la potencia eléctrica de gas y diésel aumentó de 664,2 a 2938,7 MW en Bolivia, mientras la potencia renovable sólo aumentó de 310,0 a 1284,0 MW.

## Inversión en termoeléctricas de gas en lugar de energía renovable



Fuente: Amos Batto, con datos de la AETN.

Solo 31% de la nueva capacidad eléctrica fue renovable en los últimos 5 años en Bolivia, pero [83%](#) de la nueva capacidad y [88%](#) de la nueva generación fueron renovables en 2022 en el mundo.

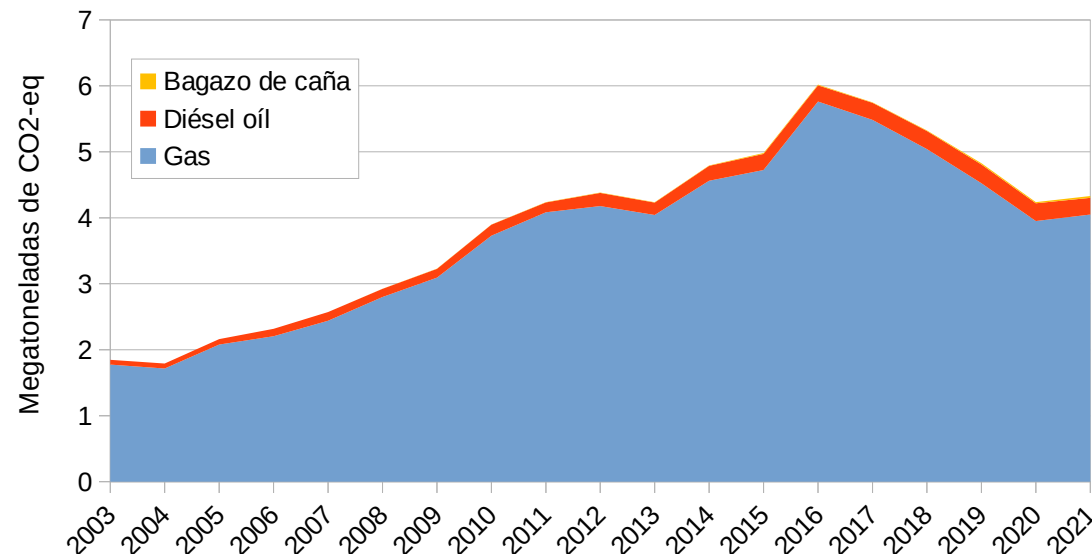


Las emisiones por los generadores eléctricos han subido de 1,85 a 6,01 Mt CO<sub>2</sub>-e entre 2003 y 2016, y han caído a 4,33 Mt en 2021. 93,5% de estas emisiones vino de gas, 5,8% de diésel y 0,7% de bagazo de caña en 2021.

La inversión en ciclo combinado ha bajado las emisiones por kWh en los últimos años, pero lo demás del mundo ha dejado de invertir mucho en termoeléctricas de gas. La generación eléctrica mundial de gas redujo [12 TWh](#) en 2022.

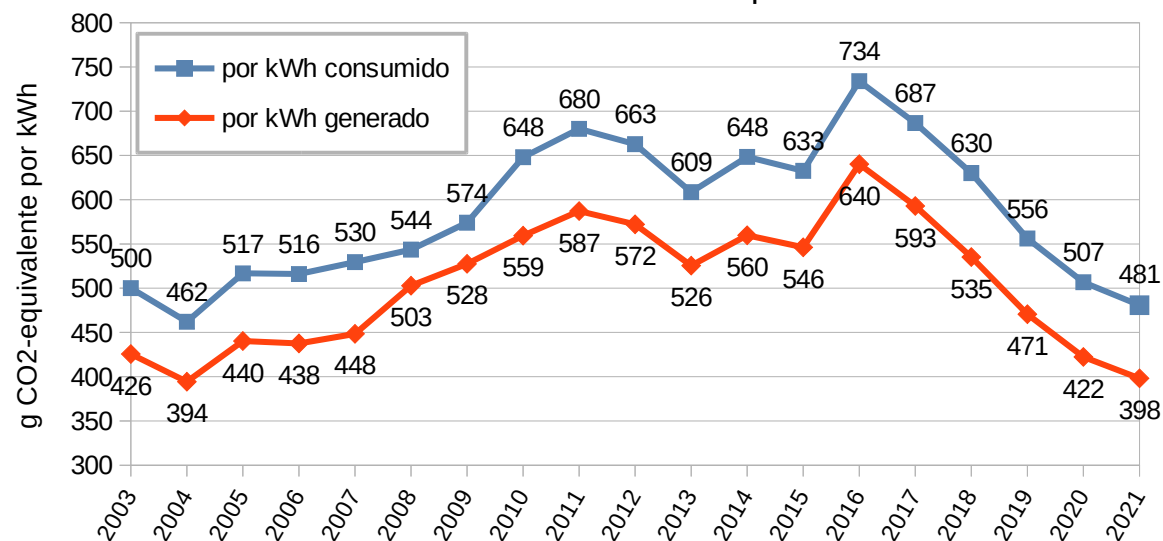
Las emisiones en Bolivia fueron 481 gramos de CO<sub>2</sub>-equivalente por kWh consumido en 2021, que es más que el promedio mundial de [436 g CO<sub>2</sub>/kWh](#).

Emisiones de CO<sub>2</sub>-eq de la generación eléctrica en Bolivia



Fuente: Amos Batto, calculado con datos de la AETN

Gases de efecto invernadero emitidos por kWh en Bolivia



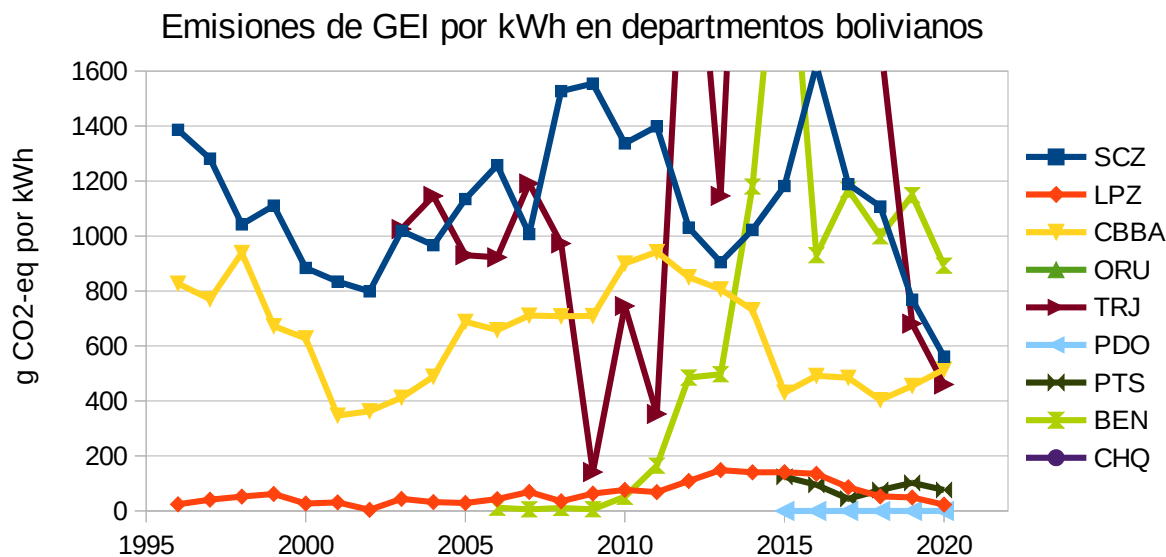
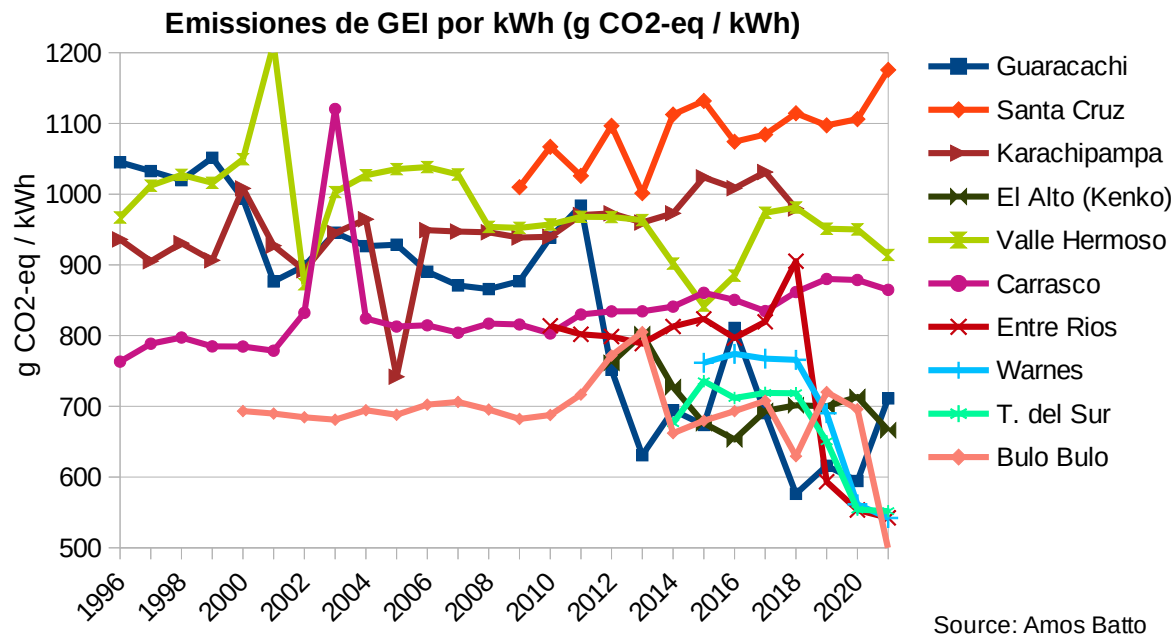
Fuente: Amos Batto, calculado con datos de la AETN y EPA.



Las emisiones por kWh han bajado en Warnes, T. del Sur y Entre Ríos por la inversión en ciclo combinado.

La electricidad producida en Beni tiene más emisiones por kWh que los otros departamentos porque viene principalmente de diésel. La electricidad de Santa Cruz y Tarija emite menos en los últimos años.

La electricidad generada en Paz, Pando y Potosí es principalmente hidroeléctrica y es más limpia, pero la electricidad es distribuida por toda Bolivia por el S.I.N. Es imposible calcular la huella de carbono en cada departamento por falta de información de la Autoridad de Electricidad y Tecnología Nuclear.



Fuente: Amos Batto, calculado con datos de la AETN.  
Nota: Sólo incluye emisiones del S.I.N. antes de 2003.

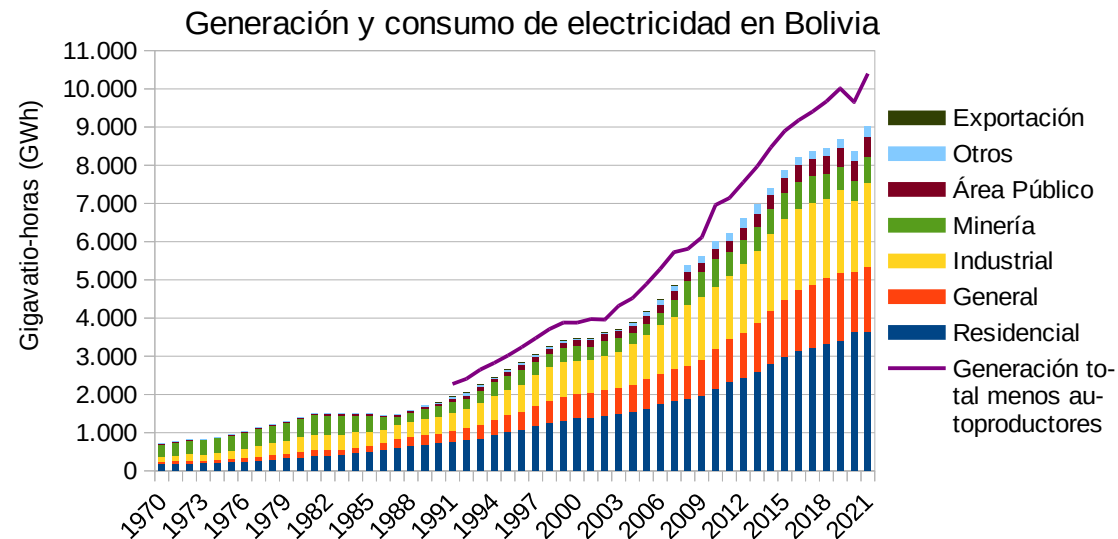


## Consumo de electricidad

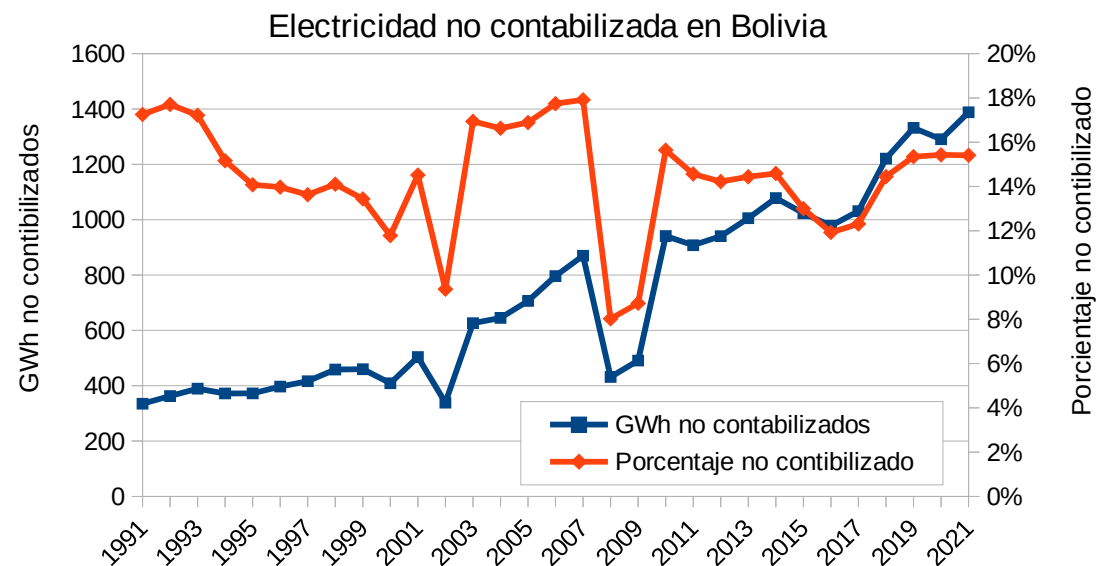
El crecimiento en el consumo de electricidad fue causado principalmente por el sector residencial.

Porque el precio de electricidad es subvencionado, no hay mucha incentiva económica para invertir en eficiencia energética.

1388,38 GWh o 15,4% de la electricidad boliviana no fue contabilizada en 2021, que indica la ineficiencia y/o corrupción del sistema, que permite el malgasto de la electricidad en Bolivia.



Fuente: Amos Batto, con datos de la Autoridad de Electricidad y Tecnología Nuclear



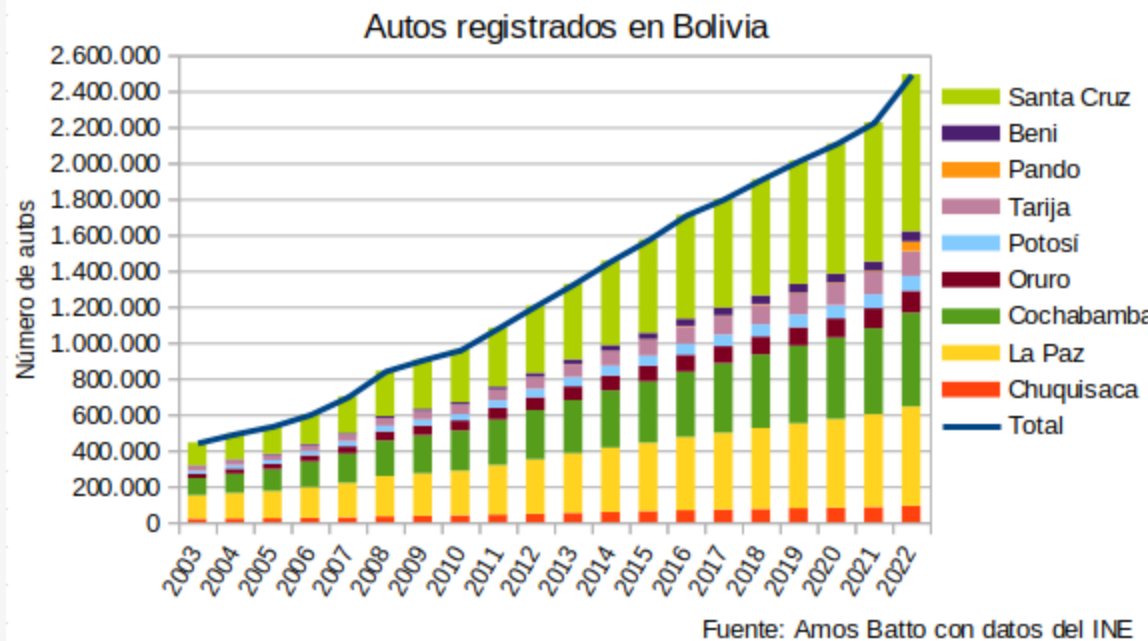
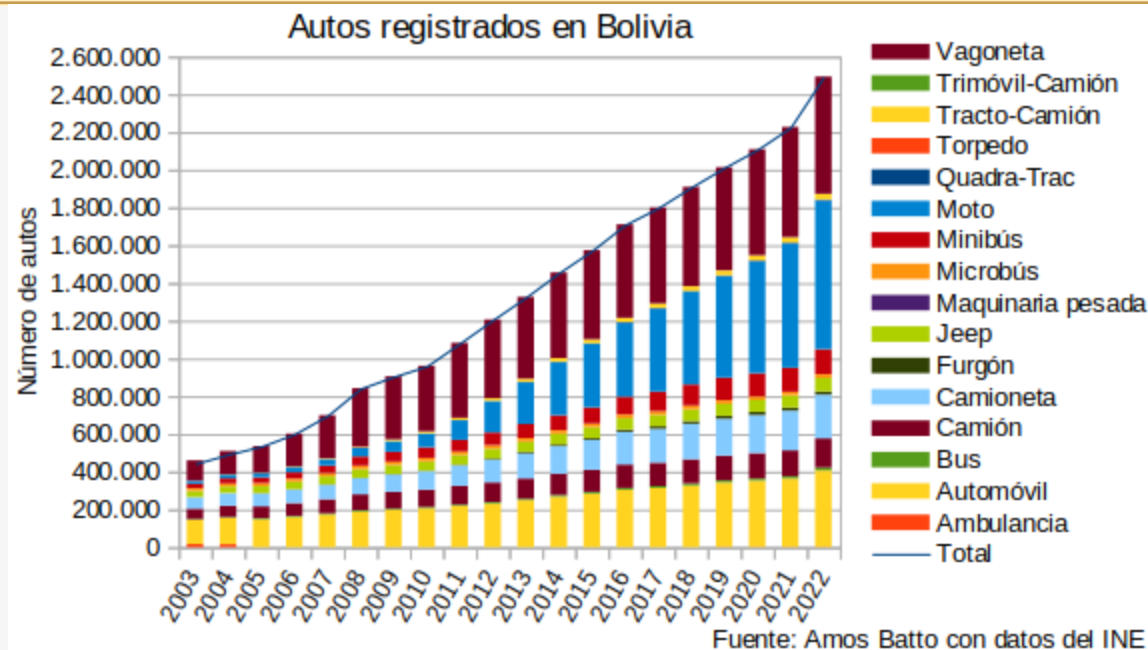
Fuente: Amos Batto, con datos de AETN, Anuario Estadístico 2021.



## Crecimiento de autos

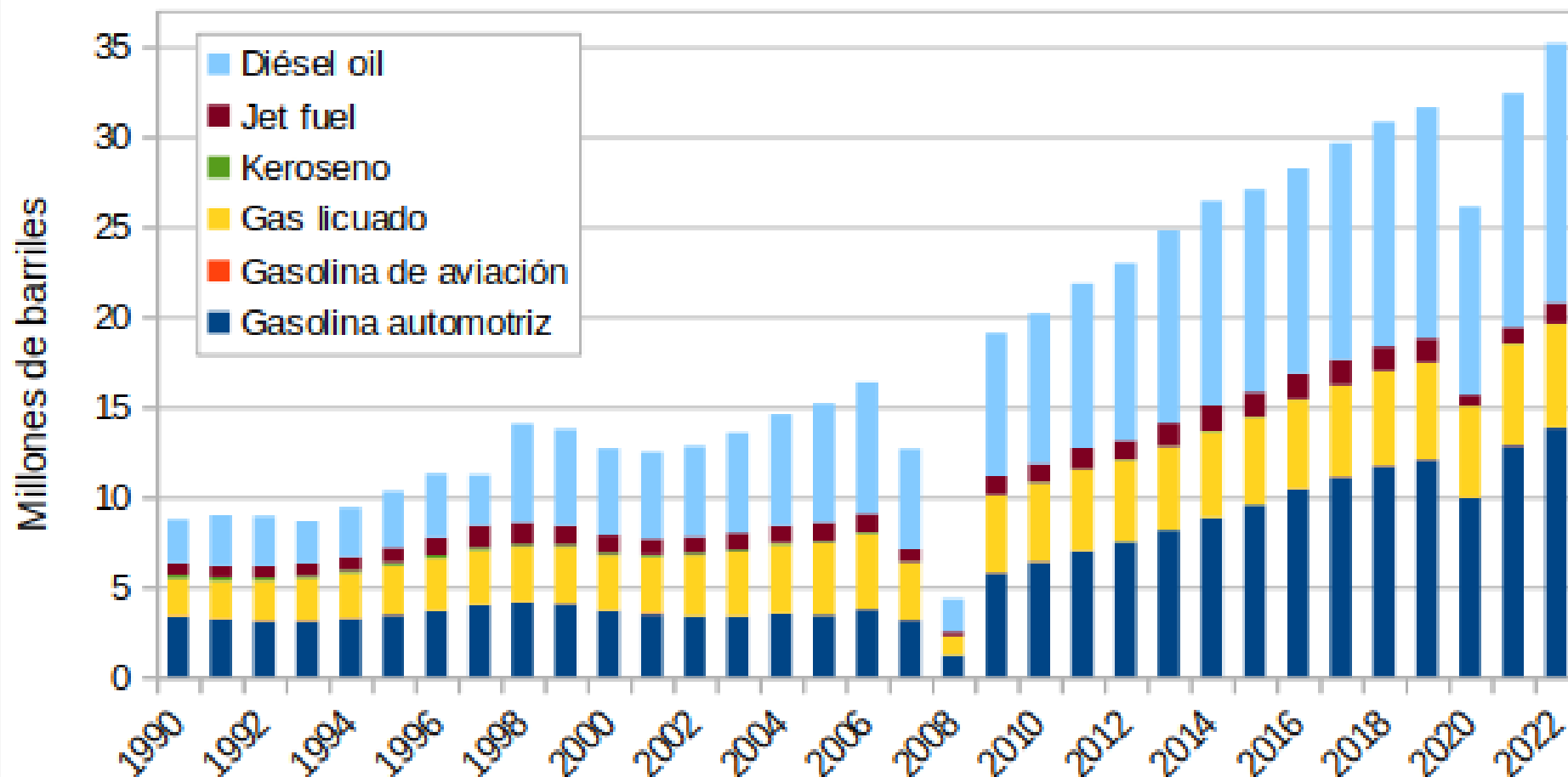
El número de autos registrados subió cinco veces entre 2003 y 2022 de 443.888 a 2.493.753 vehículos.

Santa Cruz tuvo más crecimiento que otras regiones.



## El consumo de combustibles refinados ha triplicado en 20 años

### Consumo de combustibles refinados en Bolivia

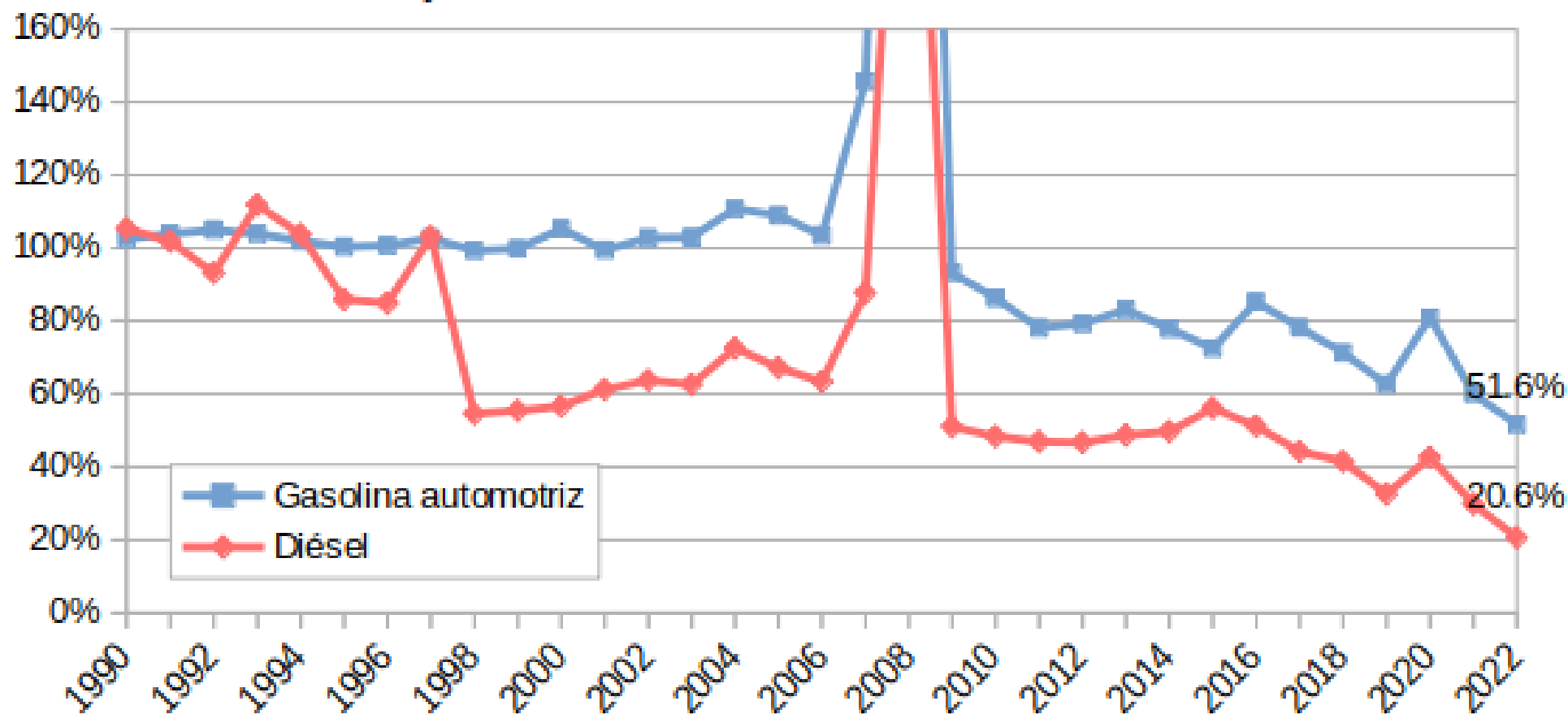


Fuente: Amos Batto, con datos del INE

Entre 2002 y 2022, el consumo nacional de combustibles refinados (gasolina, diésel, keroseno, etc) ha triplicado de 12,80 a 35,16 millones de barriles por año.

## El combustible refinado producido en Bolivia está cayendo

### Porcentaje de combustibles refinados dentro de Bolivia



Fuente: Amos Batto, con datos del INE.

\*Si el por ciento es más que 100%, más combustible fue refinado que consumido.

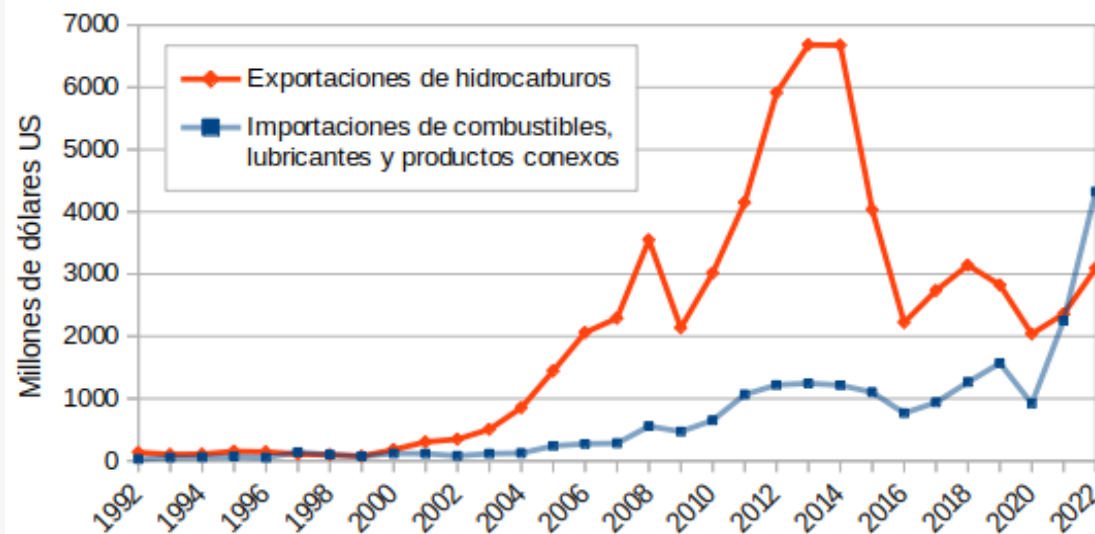
## Bolivia pierde con una economía basada en hidrocarburos

Los subsidios de combustibles fósiles no son sostenibles. Ahora Bolivia gasta más en la importación de hidrocarburos que gana en su exportación.

En 2022, Bolivia importó \$us 4320 millones de combustibles y productos conexos y exportó \$us 3089 millones de hidrocarburos.

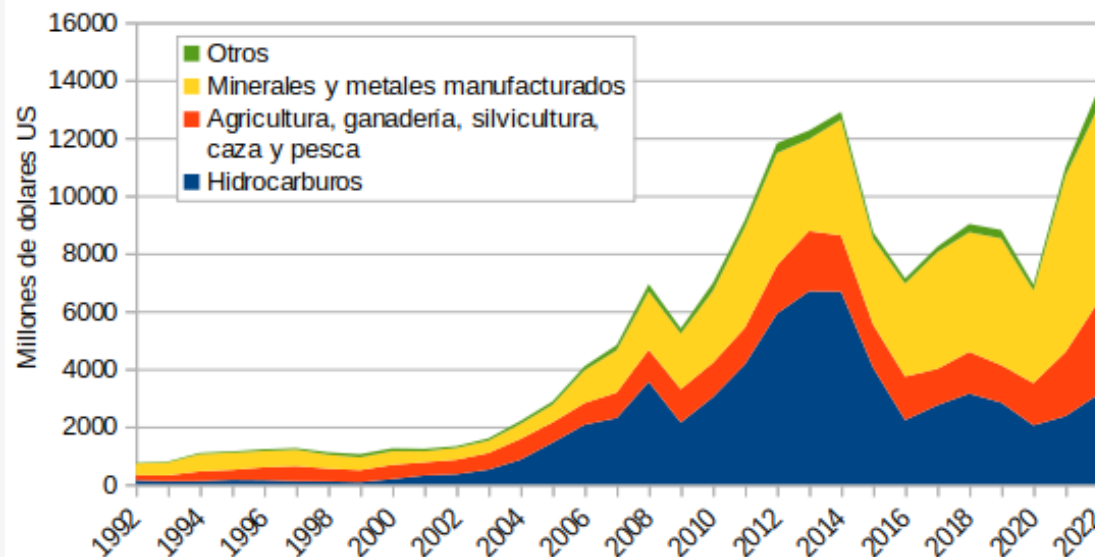
Esta diferencia de \$us 1231 millones fue cubierto por exportaciones de oro.

Importaciones y exportaciones de hidrocarburos en Bolivia



Fuente: Amos Batto con datos del INE

Exportaciones de Bolivia (millones de US\$)



Fuente: Amos Batto con datos del INE



## El precio de energía subvencionada

No hay mucha incentiva económica para invertir en la eficiente energética, energía renovable y autos eléctricos cuando hay subsidios de combustibles.

En 2022, el [precio medio](#) de importar gasolina y diésel era Bs9,8 por litro, entonces el subsidio era Bs6,1 por litro. Las termoeléctricas bolivianas sólo [pagan](#) \$us 1,3 por millón de BTU de gas a diferencia de los \$us 8 que paga Brasil.

Los autos eléctricos y la energía renovable no pueden competir cuando 60% del precio de combustibles refinados y 84% del precio de gas en termoeléctricas es subvencionado.

### Subsidios de combustibles fósiles en Bolivia

Combustible	Unidad	Precio internacional	Precio en Bolivia	Diferencia	% de subsidio
Gasolina Especial	Bs/L	9,15*	3,74	5,41	59,1%
Diésel Oil	Bs/L	9,68*	3,72	5,96	61,6%
Gas Natural Vehicular	Bs/m3	3,21*	1,66	1,55	48,3%
Jet Fuel	Bs/L	6,65*	2,77	3,88	58,3%
Gas en redes	\$us/mpc	8,36†	0,98	7,38	88,3%
Gas en termoeléctricas	\$us/mpc	8,36†	1,30	7,06	84,5%
Gas licuado de petróleo	\$us/kg	0,62†	0,32	0,30	48,1%

\* Precios en 2023-05-03, [reportados](#) por la Agencia Nacional de Hidrocarburos.

† Precio medio de exportación de Bolivia a países vecinos en 2022, calculado por Amos Batto con datos del INE.

### Precio de combustibles (\$us por litro)

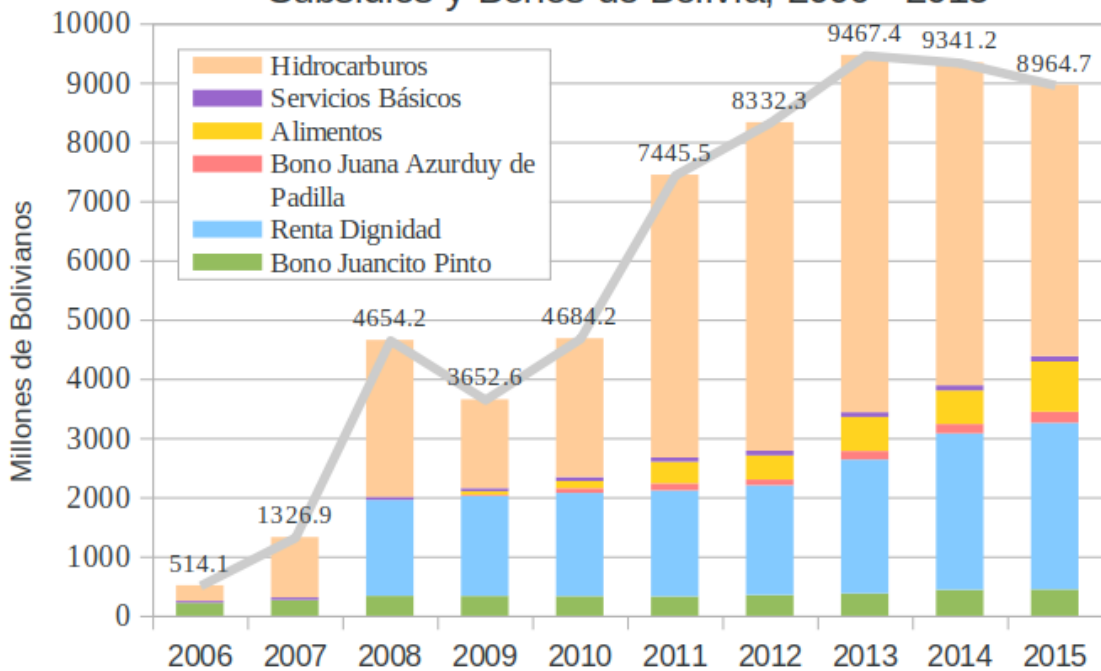
País	Diesel	Gasolina
Bolivia	0,539	0,542
Peru	1,232	1,356
Argentina	1,194	1,006
Chile	1,212	1,425
Brasil	1,349	0,966

# ¿Qué queremos subvencionar? ¿Combustibles fósiles o bonos sociales?

Bolivia gastó \$us 21.363 millones en los subsidios de hidrocarburos entre 2006 y 2022, que fomenta [más deforestación](#) y más uso de autos particulares. Evo Morales [afirmó](#) que esa política “es un cáncer” y “es una sangría para la economía boliviana”.

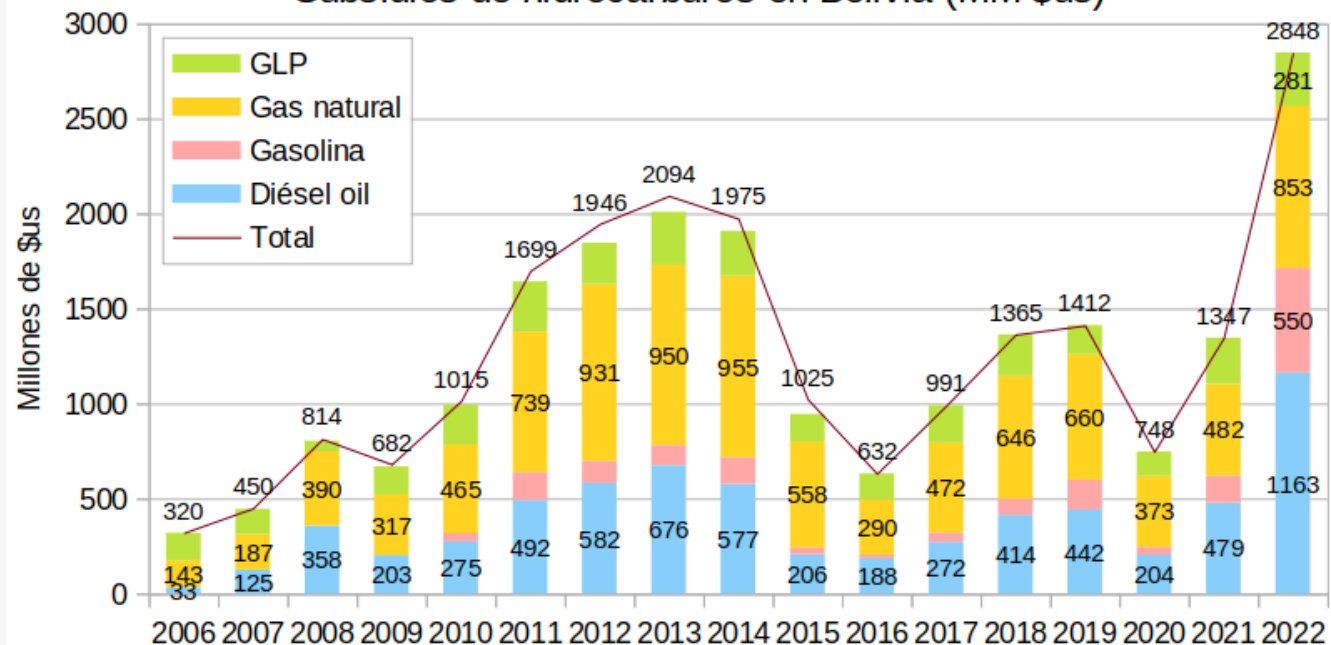
En 2022, los 5 bonos sociales (Renta Dignidad, Juancito Pinto, Juana Azurduy, Descapacitados y Prenatal) costó \$us 977 millones, a diferencia de [\\$us 1713](#) millones para subvencionar gasolina y diésel. Medinaceli y Velázquez [calculan](#) que el subsidio real con los costos de oportunidad y la pérdida de impuestos era \$us 4268 millones o 11,6% de la PIB boliviana. Combustible para transporte público puede ser subvencionado en lugar de todos los autos particulares.

Subsidios y Bonos de Bolivia, 2006 - 2015



Ministerio de Economía y Finanzas Públicas (2015-11), p. 45-49

Subsidios de hidrocarburos en Bolivia (MM \$us)



Fuente: calculado por Amos Batto (GLP y gas), reportado por YPFB (gasolina y diésel)  
Nota: El total no incluye los incentivos a campos petroleros y gas oil después de 2015.

## Problemas de los combustibles fósiles

La emisiones de los combustibles fósiles producen partículas finas (PM2.5 y PM10) que pueden entrar los pulmones y pasar por la sangre a los órganos humanos.

Según un estudio de [K. Vohra et al](#) (2021), 8,7 millones de muertes o 18% de las muertes prematuras mundiales en el año 2018 fueron causadas por las emisiones de combustibles fósiles.



Entre 2 y 3 por ciento de gas natural se escapa a la atmósfera. Gas natural es 80% metano (CH<sub>4</sub>), que queda un promedio de 11,8 años en la atmósfera. Un kilo de metano produce el mismo efecto invernadero que 81,2 kilos de CO<sub>2</sub> en 20 años (IPCC AR6).

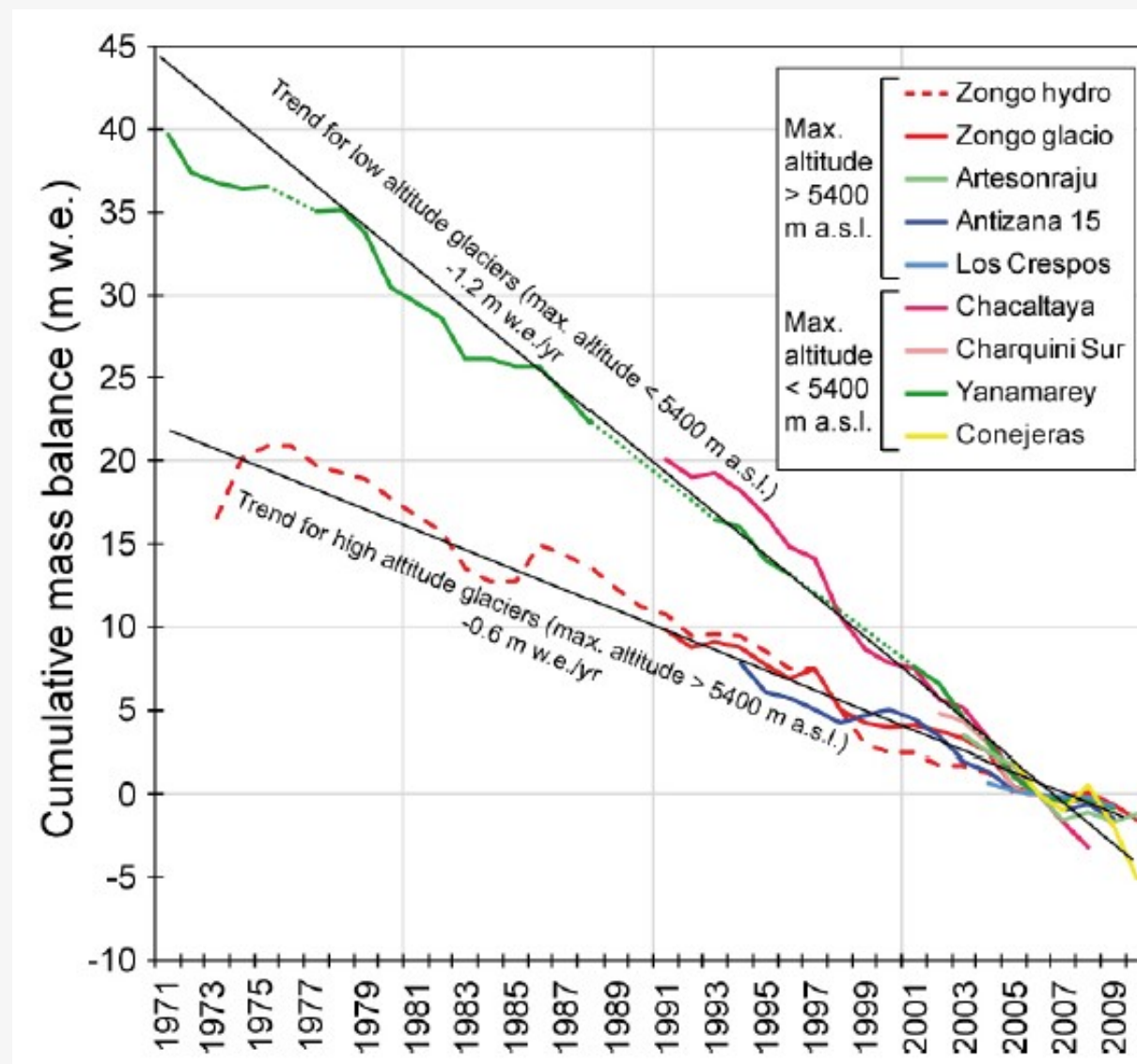


## Combustibles y el derretimiento de los glaciares

Las emisiones de carbono negro producidas por motores de diésel, incendios forestales y el *chaqueo* están derritiendo los glaciares.

La [pérdida de área](#) de los glaciares de Zongo, Chacaltaya y Charquini ha aumentado de 0,9%/año en los años 1963-83 a 1,7%/año en los años 1997-2006.

La mayoría de los glaciares menos de 5.400 m.s.n.m. desaparecerán dentro de 2 décadas, porque están perdiendo su masa dos veces mas rápidamente que los glaciares mas de 5.400 m.s.n.m., porque son más expuestos a las emisiones de carbono negro.

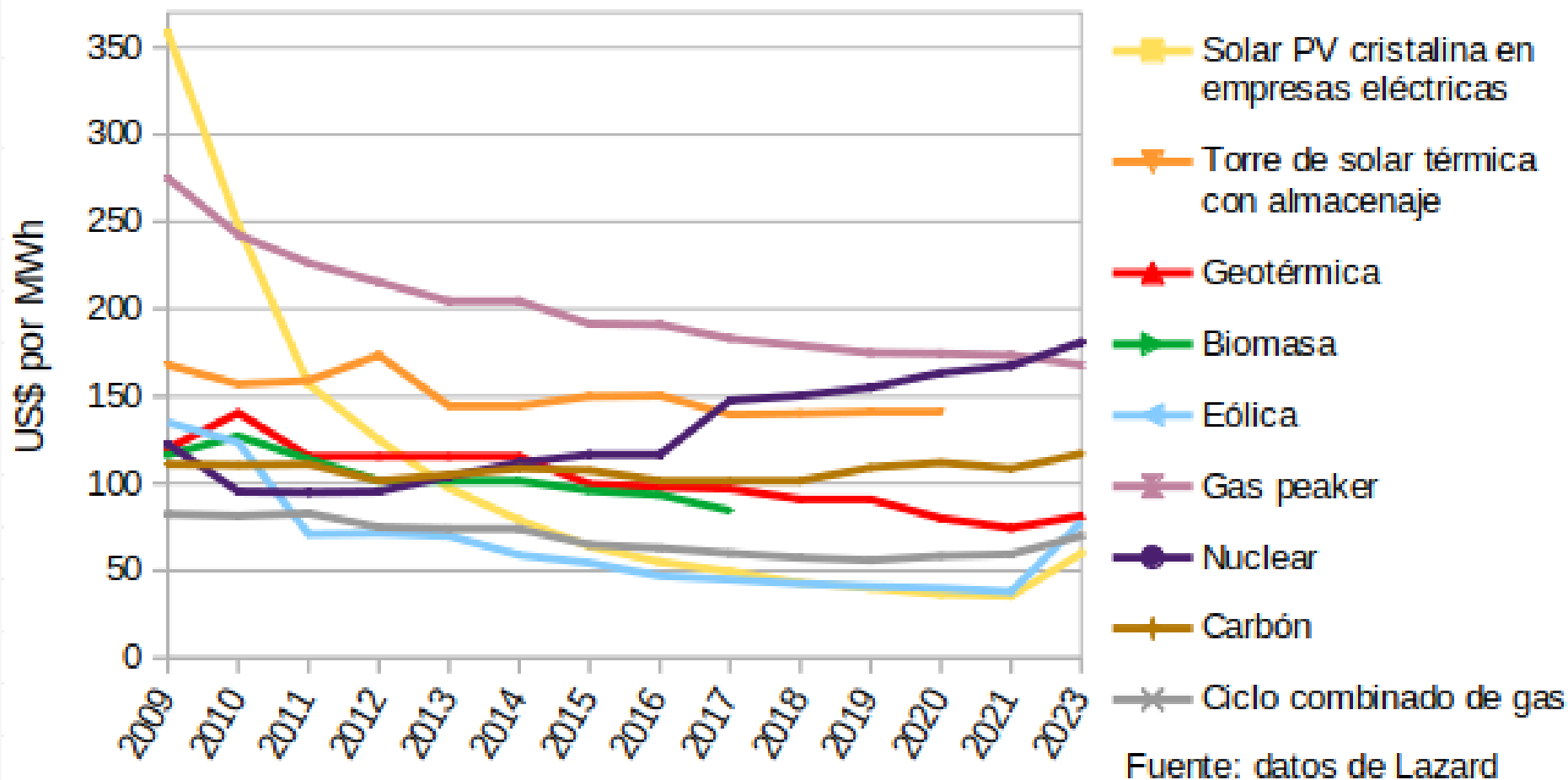


# Energía eólica y solar es más barata que la energía hidrocarburífera

Los precios de paneles solares y turbinas eólicas han subido por la inflación en los últimos años, pero la energía solar y eólica sigue más barata que la energía hidrocarburífera en la mayoría del mundo.

Ember [reporta](#) que 312 TWh de energía solar, 245 TWh de energía eólica, 73 TWh de energía hidroeléctrica y 9 TWh de biomasa fueron añadidas en 2022 en el mundo, comparadas a 182 TWh adicionales de combustibles fósiles.

Costo nivelizado de electricidad sin subsidios en plantas nuevas de los EEUU

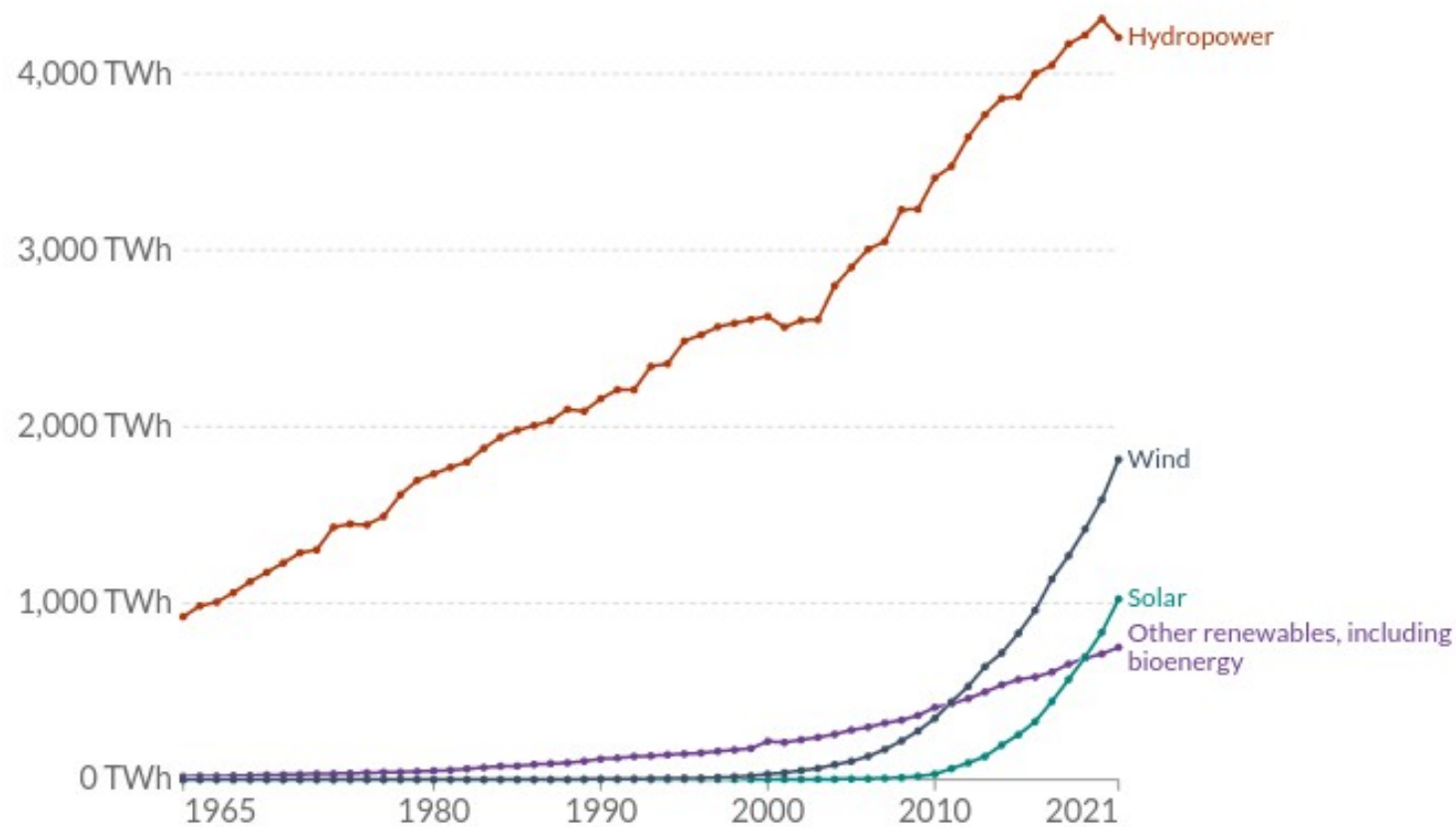




Energía eólica y solar sigue una curva S de disrupción tecnológica, pero las energías hidroeléctricas, geotérmicas y biomasa tienen crecimiento lineal

## Modern renewable energy generation by source, World

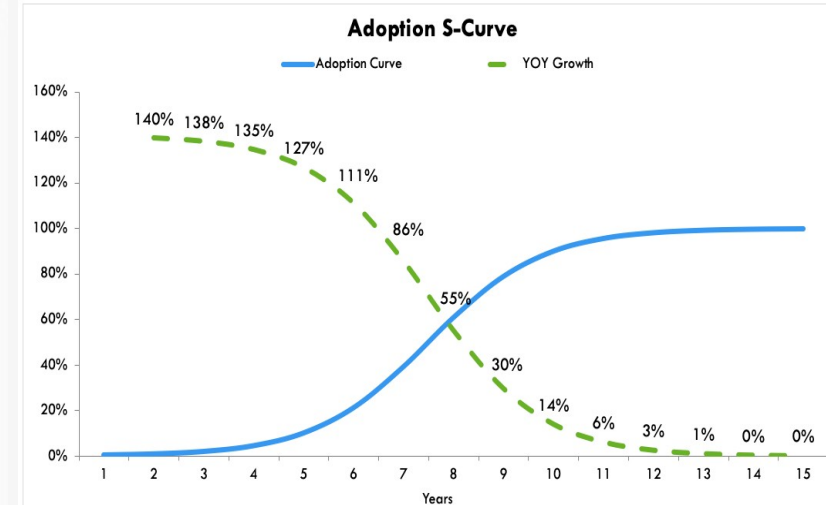
↔ Change country



Source: Our World in Data based on BP Statistical Review of World Energy & Ember

OurWorldInData.org/renewable-energy • CC BY

Our World  
 in Data

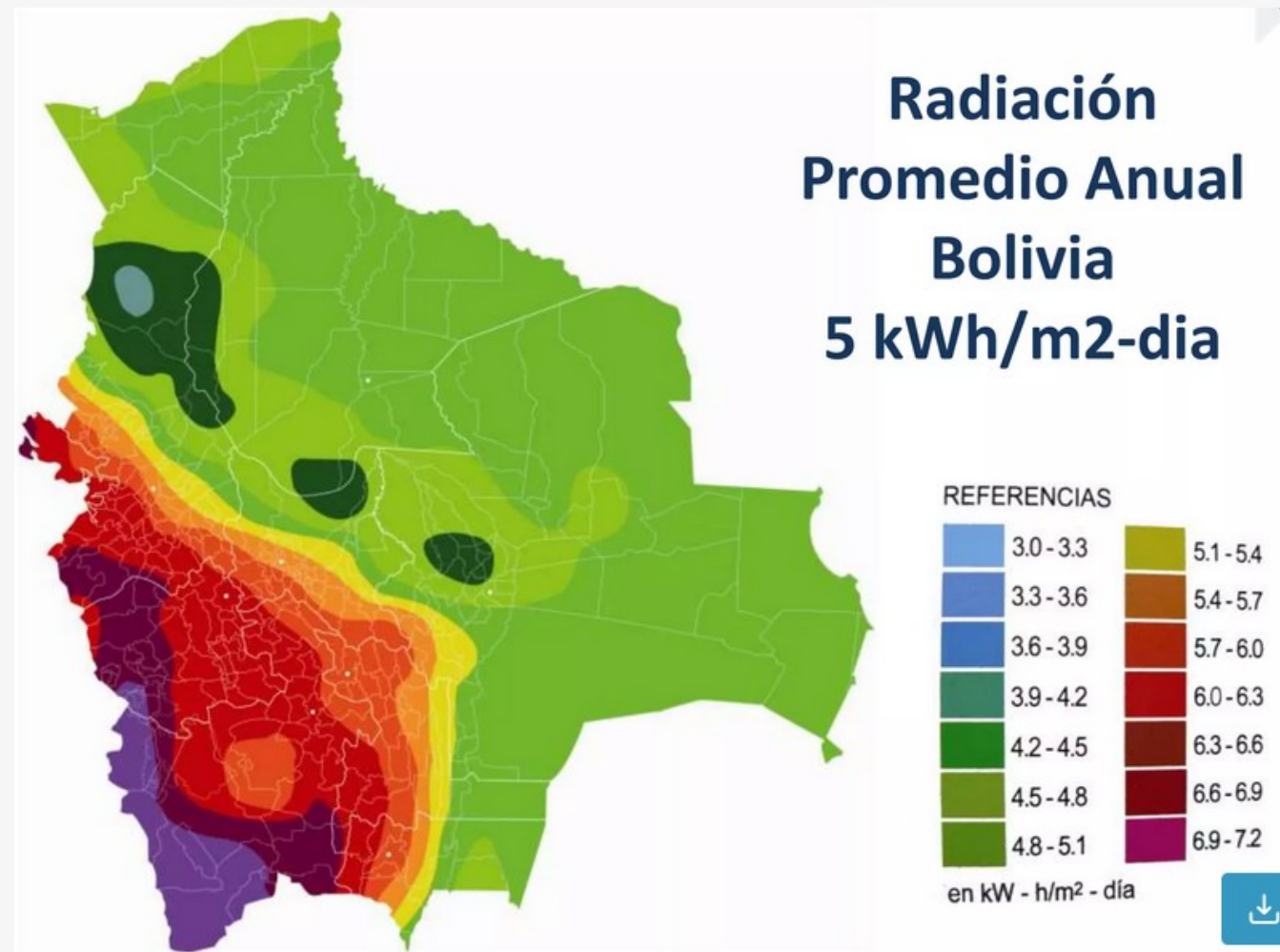


Source: ARK Investment Management LLC, 2019 | ark-invest.com



## Oportunidades de energía solar en Bolivia

97% del territorio boliviano es capaz de utilizar energía solar, especialmente el Altiplano. Bolivia recibe un promedio de 5,42 kWh/m<sup>2</sup>/día de radiación solar, que es doble la cantidad en Dinamarca. 14,2%, 12,9% y 10,9% de la electricidad en España, Honduras y Chile, respectivamente, [era solar](#) en 2021, a diferencia de 3,2% en Bolivia. Bolivia debería democratizar su energía y permitir a generación solar domiciliaria. Una granja solar puede ser construida dentro de un año, y puede aumentarse por etapas en módulos, entonces necesitan menos inversión al comienzo que hidroeléctricas y menos préstamos con alto interés en el largo plazo.

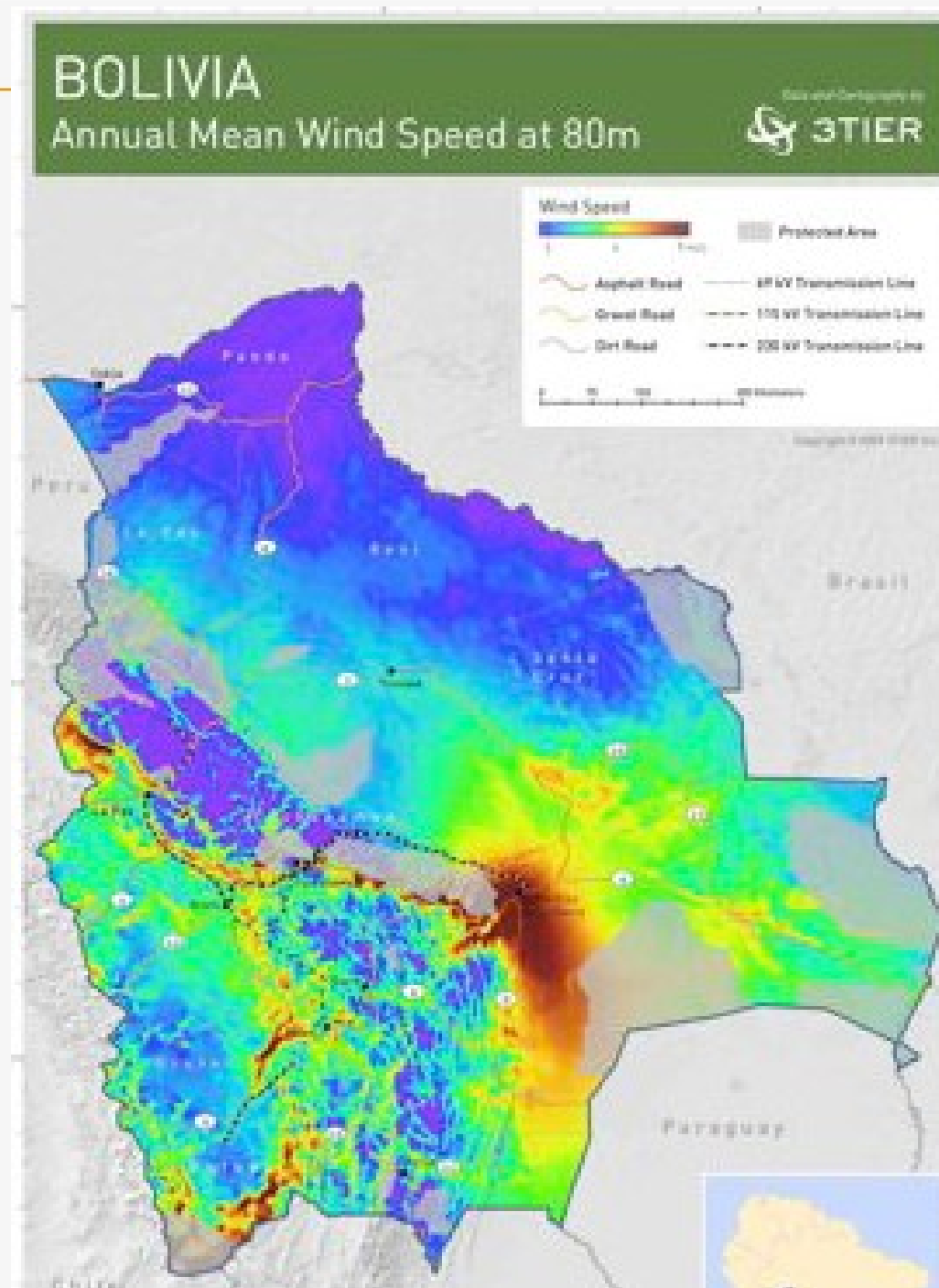




## Oportunidades de energía eólica

Según [3Tier](#), la energía eólica puede ser desarrollada en 4 zonas:

- En un corredor oeste-este entre La Paz, Cochabamba y Santa Cruz,
- En un corredor norte-sur al este de las ciudades de Oruro y al oeste de Potosí,
- Al sur y este de la ciudad de Santa Cruz,
- En Potosí en la frontera con Chile y Argentina





Necesitamos un plan nacional para 100% electricidad renovable para evitar una crisis energética cuando no haya más reservas de hidrocarburos

Bolivia no logrará su [Plan](#) de Desarrollo Económico y Social 2021-2025 que estableció una meta de 75% electricidad renovable al 2025 con 20% extra para exportar, ni la meta actual de [50% renovable](#) al 2025. ENDE planea construir 490.2 MW de energía hidroeléctrica (Ivirizú-CBA y Miguillas-LPZ), 310 MW de energía solar (Ingavi, Patacamaya, el municipio de Oruro y Santivañez-CBA), 45 MW de energía eólica (Warnes II-SCZ y La Ventolera-TRJ) y 5 MW de energía geotérmica (Laguna Colorada-PTS).

Sin embargo estos planes de corto plazo no son suficientes para reemplazar los 2938,7 MW de gas y diésel. Necesitamos un plan nacional para llegar a 100% energía renovable en 10 años, si la exportación de gas sigue como lo normal, o en 20 años si Bolivia deja de exportar gas.



## Necesitamos un plan nacional para 100% energía renovable

Según [Jacobson et al \(2022\)](#), la transición a 100% energía renovable al 2050 en Bolivia tendrá un costo total alrededor de \$us 39 mil millones o \$us 1444 millones por año (incluyendo electricidad, calefacción, generación y almacenamiento de H2, bombas de calor y transmisión y distribución por largas distancias). En comparación, el costo medio de los subsidios de hidrocarburos ha sido \$us 1469 millones por año entre 2010 y 2022 y fue \$us 2848 millones en 2022. La transición reducirá las emisiones bolivianas 44 millones de toneladas de CO2-e por año en 2050 y reducirá el costo de energía 67,9% (de \$13,5 a \$4,3 mil millones). El costo total (energía, salud y costos climáticos) reducirá 92,8% (de \$61 a \$4,3 mil millones por año). 0,04% del territorio boliviano será utilizado por la energía renovable en 2050.

### Table 4. Nameplate Capacities Needed by 2050 and Installed as of 2020

Final (from LOADMATCH) 2050 total (existing plus new) nameplate capacity (GW) of WWS generators needed to match power demand with supply, storage, and demand response continuously during 2050-2052 in Bolivia (when interconnected within South America) and in South America as a whole. Also given are nameplate capacities already installed as of 2020 end. Nameplate capacity equals the maximum possible instantaneous discharge rate.

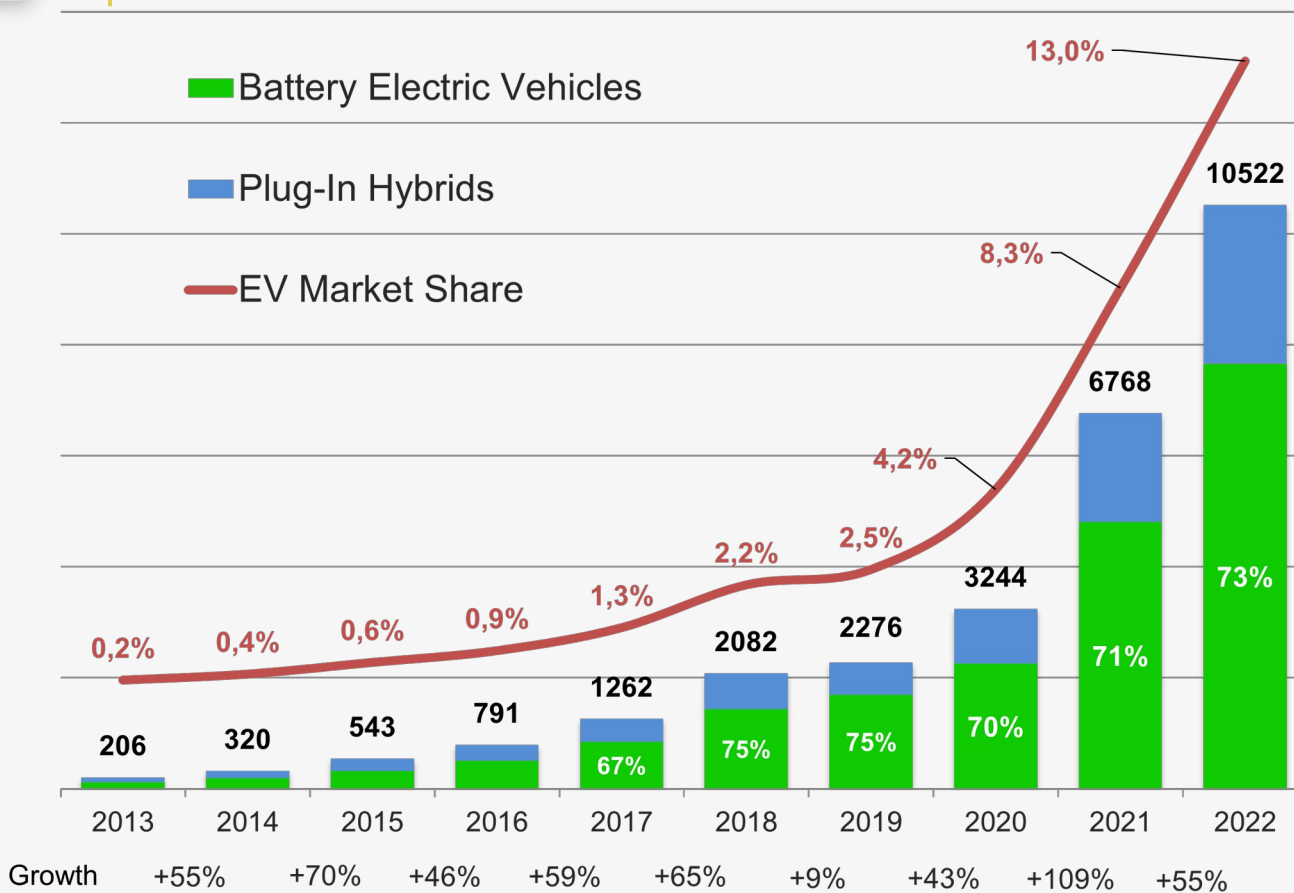
Year	Onshore wind	Off-shore wind	Residential rooftop PV	Comm /govt rooftop PV	Utility PV	CSP with storage	Geothermal -electricity	Hydro power	Wave	Tidal	Solar thermal	Geothermal heat
2020 Bolivia	0.027	0	0.024	0.024	0.072	0	0	0.735	0	0	0	0.001
2020 South America	25.769	0	2.524	2.524	7.572	0.1	0.04	175.63	0.0001	0	11.59	0.621
2050 Bolivia	9.34	0	1.08	2.38	5.28	0.21	1.26	0.735	0	0	0	0.001
2050 South America	1,155	101.0	122.59	260.13	321.84	23.12	5.35	175.63	4.809	1.198	11.59	0.621



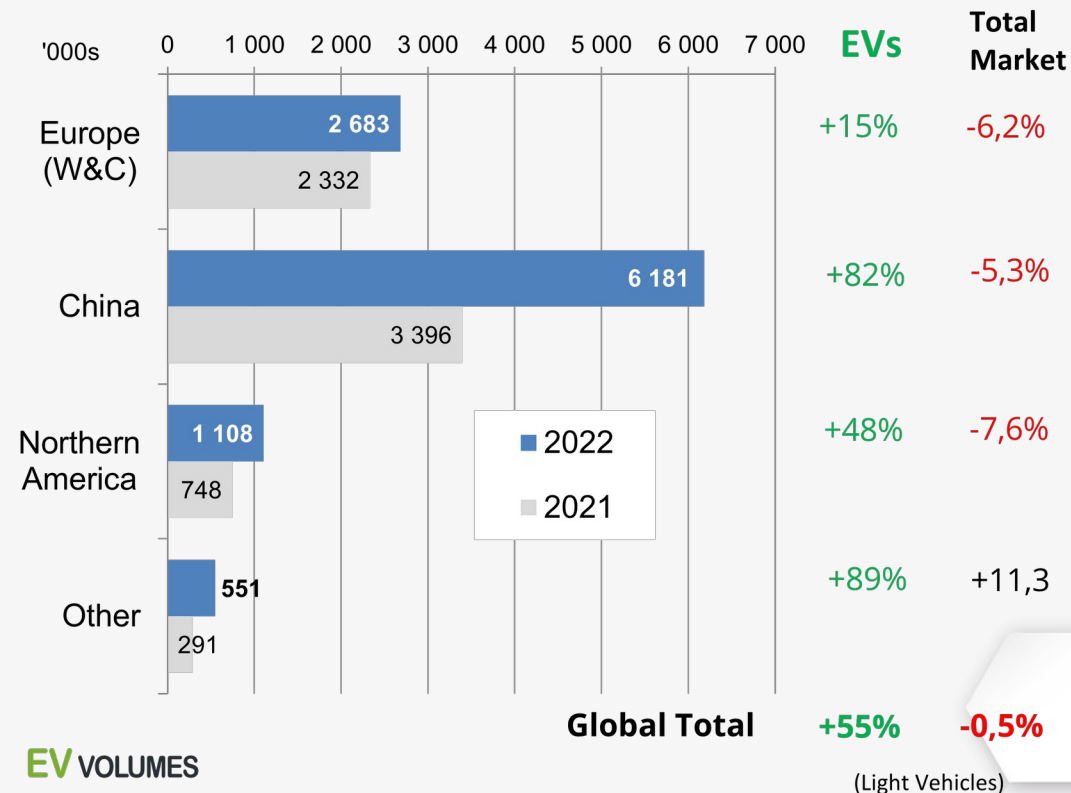
# La adopción de autos eléctricos y híbridos enchufables sigue una curva S de innovación

GLOBAL BEV & PHEV SALES ('000s)

EV VOLUMES



BEV+PHEV SALES AND % GROWTH FOR 2022 vs 2021



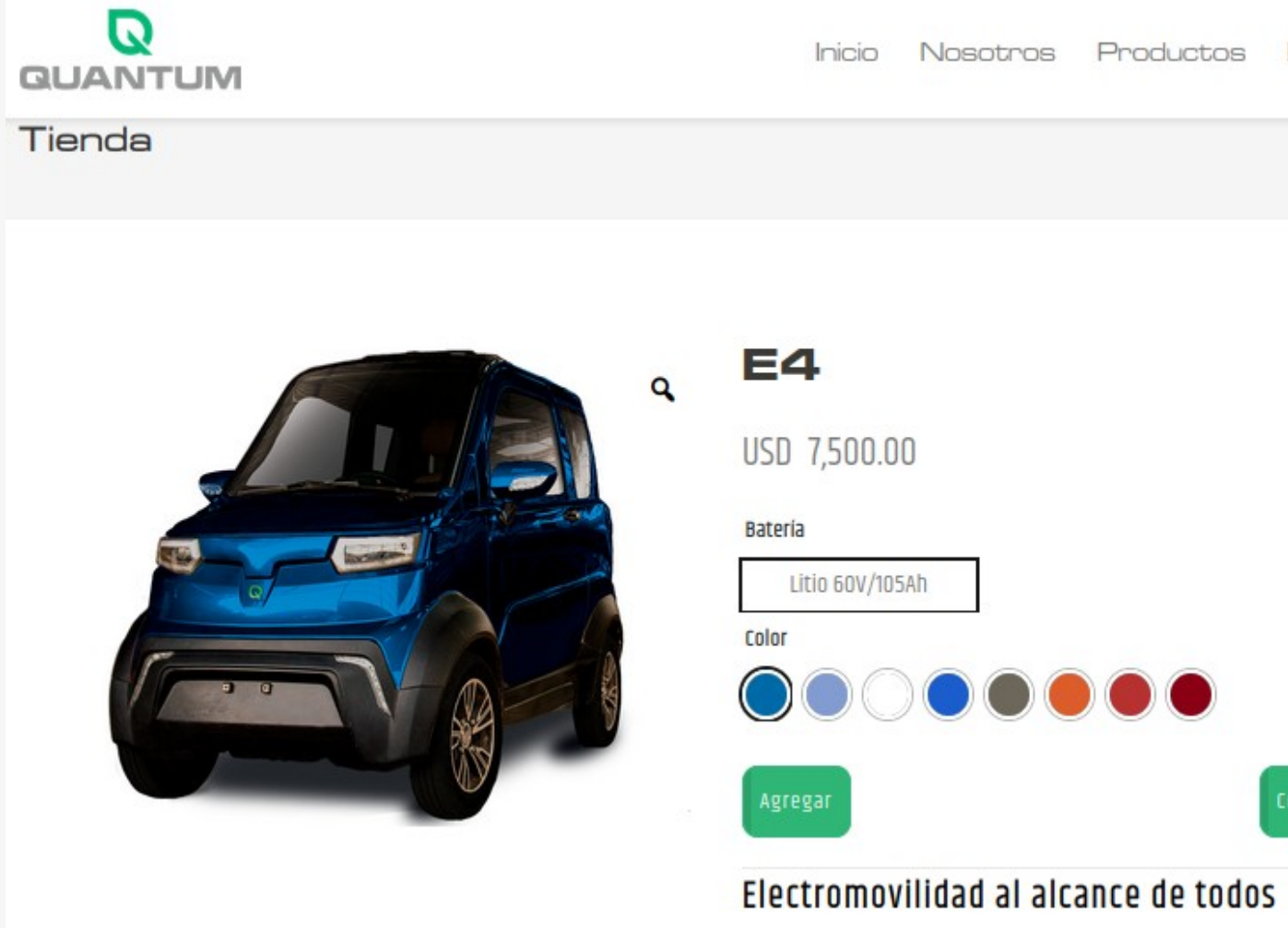
Según [Canalys](#), 29% de los nuevos vehículos livianos en China y 23% en Europa fueron eléctricos en 2022. El Tesla Model Y fue el modelo de auto [más vendido](#) en el mundo en el primer trimestre de 2023, sobrepasando el Toyota Corolla.

## Bolivia no tiene buenas políticas para promover los autos eléctricos

El Gobierno boliviano planea que 20% del parque automotor sea eléctrico en 2030, pero sólo 100 autos eléctricos y 1000 motocicletas eléctricas [fueron importados](#) en 2021 y Quantum sólo ha vendido [aprox. 600](#) de sus autos eléctricos entre 9/2019 y 12/2021 en Bolivia.

El [DS N°4539](#) anunciado 2021-07-07 eliminó el gravamen arancelario y Impuesto a los Consumos Específicos (ICE) para autos eléctricos y híbridos y algunos de sus componentes (baterías, inversores, motores, cargadores, etc.), pero Quantum [reporta](#) que tiene que pagar impuestos para algunos componentes, mientras un auto fabricado en China no paga ninguno impuesto.

Bogotá [tiene](#) 1485 buses eléctricos, Santiago en Chile tiene 1180 y la Ciudad de México tiene 493, pero Bolivia no cuenta con ninguno.



The screenshot shows the Quantum website's product page for the E4 electric car. The Quantum logo is in the top left, and navigation links for 'Inicio', 'Nosotros', and 'Productos' are in the top right. Below the logo is the word 'Tienda'. The main content features a blue Quantum E4 car on the left. To its right, the model name 'E4' is displayed in large bold letters, followed by the price 'USD 7,500.00'. Below the price, there is a 'Batería' section with a dropdown menu showing 'Litio 60V/105Ah'. Underneath is a 'Color' section with several circular color swatches, the first of which is selected. A green 'Agregar' button is located below the color swatches. At the bottom of the page, the slogan 'Electromovilidad al alcance de todos' is visible.

## Las estaciones ENDE de recarga no sirven

ENDE [anunció](#) en 9/2021 una inversión de \$us 35 millones para instalar 12 estaciones de recarga (3 en La Paz, 3 en CBBA, 3 en S. Cruz y 3 en las carreteras), pero sólo ha instalado 1 estación en las carreteras (en Yapacaní) hasta ahora, entonces las rutas interurbanos en el eje central no son posibles todavía con la mayoría de autos eléctricos: La Paz-CBBA (381km), La Paz-Oruro (226km) y CBBA-Yapacani (346km)

Está instalando estaciones con 2 salidas de 22kW CA, a diferencia de 350kW CC en CCS1 (N. América) y CCS2 (Europa), 250kW CC en GB/T (China) y 270kW CC en NACS de Tesla. Las estaciones de ENDE son inútiles porque no tienen un número suficiente de cargadores y los cargadores son demasiados lentos con CA y conectores Mennekes, entonces serán reemplazados en pocos años. ENDE tiene los fondos para instalar estaciones modernos de CC con conectores CCS2, pero sólo ha gastado aprox. \$us 450.000 en 9 estaciones. Si ENDE quiere promover a adopción de autos eléctricos, tiene que ofrecer una red moderna de estaciones de recarga con 150kW CC.

### Estaciones ENDE de recarga (electrolineras) para autos eléctricos

Ubicación	Dirección	Notas
Santa Cruz	<a href="#">Ventura Mall</a> , Cuarto Anillo	Instalado <a href="#">2021-09-25</a>
Santa Cruz	<a href="#">Las Brisas</a> Centro Comercial, Cuarto Anillo	
Yapacaní	c. El Palacio Del Tambaqui	Instalado <a href="#">2022-09-19</a> ; 134,5 km de S. Cruz; costo: Bs232.000 / \$33333
La Paz	Claudio Pinilla 1661 (c. Plaza de Estadio)	
La Paz	Av. Capitán Ravelo, Plaza Bolivia	
El Alto	Av. 6 de Marzo, esq. Chiripujio, zona Villa Bolívar "E"	Instalado <a href="#">2022-03-31</a> ; costo: Bs350.000 / \$50287
Cochabamba	<a href="#">Av. Rafael Urquidi</a> , esq. Av. Heroínas (c. Puente Qillacollo)	
Cochabamba	<a href="#">Cine Center</a> , Av. Ramón Rivero (c. Puente Recoleta)	
Oruro	Calles <a href="#">Campo Jordán y Tacna</a>	Instalado <a href="#">2022-02-10</a> ; costo: <a href="#">Bs345.000</a> / \$49569
La Paz – Santa Cruz	tres planeado en las carreteras, pero no son instalados excepto de Yapacaní.	Anunciado <a href="#">2021-09-25</a>

Nota: Cada estación tiene dos salidas de 22 kW CA (380V, 32A trifásico) con conectores Mennekes, que está abierta 24 horas por día. En La Paz y Santa Cruz, también [tienen](#) enchufes normales de 230V.

# Las estaciones de ENDE serán muy lentos con los autos eléctricos de Bolivia

Si asumimos que ENDE construirá estaciones de recarga en Caracollo, Villa Tunari y Yapacaní en la RN4, los conductores necesitarán cargar 200 km de alcance para viajar a La Paz-Ororo-CBBA-S.Cruz. El BYD Tang puede cargar 200km en 20 minutos, pero tomará 5,2 horas en una estación ENDE. Ninguno de los EVs en venta en Bolivia soporte cargas de CA con más que 11kW, entonces la construcción de estaciones ENDE con 22kW de CA trifásica es un malgasto de recursos públicos, porque los EVs son diseños para usar CC para realizar cargas rápidas.

Modelos disponibles de vehículos eléctricos y híbridos enchufables en Bolivia

Empresa	Modelo	Batería (kWh)	Batería (V, Ah)	CA máx. (kW)	CC máx. (kW)	Alcance NEDC (km)	Motor eléctrico kW / hp	Carga lenta / rápida	Carga máx km/min	Carga ENDE km/min	Costo† Bs/km	Costo MCI § Bs/km	Wh / km
Quantum	E4	6,3	60V, 105Ah	3,7	no	100	4,0 / 5,4	6-8h / no	0,98	0,98	0,09		63,0
Quantum	E4 Montañero	6,3	60V, 105Ah	3,7	no	80	4,0 / 5,4	6-8h / no	0,78	0,78	0,11		78,8
Quantum	Colibri	6,3	60V, 105Ah	3,7	no	120	4,0 / 5,4	6-8h / no	1,17	1,17	0,07		52,5
SOCO	TC – SUPER†	1,8	60V, 30Ah	3,7	no	80	2,1 / ?	6-8h / no	2,74	2,74	0,03		22,5
SOCO	TC MAX-SUPER†	3,2	72V, 45Ah	3,7	no	80	5,1 / ?	6-8h / no	1,52	1,52	0,06		40,5
Yadea	S-LIKE T9†	2,9	72V, 40Ah	3,7	no	110	2,0 / ?	6-8h / no	2,36	2,36	0,04		26,2
BYD	Tang	86,4	640V	6,6	110	505	380 / ?	15h / 80m	10,72	0,64	0,29	0,34	171,1
BYD	Song Plus DM-I*	8,3	320V	3,3	no	51	? / 177	2,6h / no	0,34	0,34	0,23	0,30	162,7
BYD	S1 EV	53,2	394,2V	7	40	400	? / 95	8,5h / 90m	5,01	0,88	0,22	0,26	133,0
BYD	E1	32,2	306,6V	7	30	305	45 / 61	5h / 70m	4,74	1,11	0,18	0,22	105,6
BYD	E2	47,3	640V	7	40	401	70 / ?	7h / 75m	5,65	0,99	0,20	0,22	118,0
BYD	T3 Cargo Van	50,3	438V	7	40	300	? / 136	7,2h / 70m	3,98	0,70	0,28	0,34	167,7
BYD	M3 Van	50,3	438V	7	40	300	? / 136	7,2h / 70m	3,98	0,70	0,28	0,34	167,7
BMW	330e Sedan*	12,0		3,7	no	56	50 / 68	3h / no	0,29	0,29	0,30	0,30	214,3
BMW	X3 xDrive30e*	12,0		3,7	no	46	80 / 109	3h / no	0,24	0,24	0,36	0,30	260,9
BMW	i3	42,2	350V, 120Ah	11	49	260	125 / 170	6,25h / 40m	5,03	1,13	0,27	0,22	162,3
BMW	i3s	42,2	350V, 120Ah	11	49	260	135 / 184	6,25h / 40m	5,03	1,13	0,27	0,22	162,3

\* Híbrido enchufable, † motocicleta eléctrica.

† Costo de cargar en electrolinerías con precios máximos y 70% de la carga durante el día y 30% después de 18 hrs.

§ Costo por km de un auto comparable de combustión interna con tamaño similar.



## Bolivia no tiene buenas políticas en las estaciones de recarga

La [Resolución AETN 480/2021](#) permite precios más altos para recargas rápidas, que incentivan recargas lentas que van a bloquear los espacios limitados en las electrolineras. El precio máximo no debe ser más alto para las recargas rápidas y debe permitir cobrar por el tiempo ocupado en una estación de recarga para evitar bloqueos de puestos.

El precio máximo por kWh después de 6pm es igual o más que cargar un auto de combustión interna. Si asumimos 70% de las recargas serán realizadas durante del día y las estaciones cobrarán el precio máximo, no hay mucha ventaja económica usar un auto eléctrico en Bolivia. No debería subvencionar 60% de precio de combustibles sin ofrecer un subsidio parecido en las estaciones de recarga.

No debería requerir que las estaciones sean abiertas 24 horas, porque esta regulación sube mucho el costo de ofrecer recargas y va a cerrar las 4 estaciones privadas de recarga en S. Cruz.

### Precios máximos (Bs por kWh) para comercializar electricidad al usuario final (con impuestos)

Tipo de Carga	Potencia salida	Bloque horario		
		Bajo 23:00-7:00	Medio 7:00-18:00	Alto 18:00-23:00
Lenta	7,4kW CA	1,015	1,185	1,863
Semi-rápida	22kW CA	1,082	1,252	1,930
Rápida	50kW CC	1,302	1,472	2,150

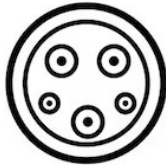
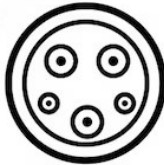
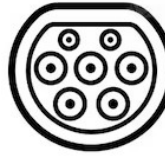
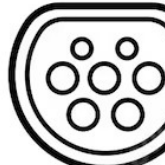
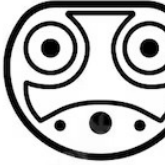
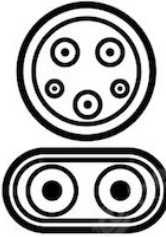

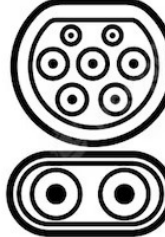


Fuente: Resolución [AETN N° 480/2021](#) (2021-09-06) p. 32.



## AETN debe decidir cual es el enchufe preferido para EVs en Bolivia

La [Resolución AETN 479/2021](#) dice que las estaciones de recarga tienen que ofrecer por lo menos el enchufe de J1772 (de Norteamérica), Mennekes (de Europa) o GB/T (de China), que creará una guerra de estándares, y las estaciones tendrán que ofrecer muchos tipos de enchufes. Puede permitir el uso de los 3 estándares, pero AETN debe decir que CCS2 es el estándar preferido en el país, para forzar todos los fabricantes vender sus autos en Bolivia con adaptadores a CCS2.

Quantum y las motocicletas utilizan un enchufe normal de Schuko (230V, ≤16A), pero las estaciones ENDE en Oruro y CBBA no ofrecen este enchufe.

	N.America	Japan	EU and the rest of markets	China	All Markets except EU
AC	 <p>J1772 (Type 1)</p>	 <p>J1772 (Type 1)</p>	 <p>Mennekes (Type 2)</p>	 <p>GB/T</p>	
DC	 <p>CCS1</p>	 <p>CHAdeMO</p>	 <p>CCS2</p>	 <p>GB/T</p>	 <p>Tesla</p>



Hay que re-diseñar las ciudades bolivianas para acelerar el transporte público, crear rutas de bicicletas y scooters y despriorizar el uso de autos particulares



**Mapas en línea para bicis**

<https://pedalibre.org/moverse-con-bici-en-madrid/mapas-en-linea-para-bicis/>

## Recomendación: Eliminar los subsidios de combustibles fósiles gradualmente en 5 años

- Subir el precio de mil pies cúbicos de gas de \$us 1,30 en termoeléctricas y \$us 0.98 en redes a:  
\$1,50 en 2024, \$2,50 en 2025, \$4,00 en 2026, \$6,00 en 2027, \$8,00 en 2028 (hasta llega al precio de exportación)
- Subir el precio de LGP de Bs2,25/kg a:  
Bs2,50 en 2024, Bs3,00 en 2025, Bs3,50 en 2026, Bs4,00 en 2027, Bs4,50 en 2028 (hasta llega al precio de exportación)
- Subir el precio de gasolina (Bs3,74/litro) y diésel (Bs3,72/litro) a:  
Bs4,50 en 2024, \$5,25 en 2025, Bs6,00 en 2026, Bs7,00 en 2027, Bs8,00 en 2028 (hasta llega al precio internacional)
- Seguir subvencionando combustible para el transporte público hasta 2030, con un limite de combustible por transportista.



## Recomendaciones para electrificar el transporte

- ENDE debería construir electrolineras para cargar vehículos eléctricos por lo menos cada 50 km en todas las carreteras bolivianas y ofrecer conectores CCS2 de 150 kW CC. Al 2028, debería soportar 350 kW CC. El precio debería estar subvencionado al Bs0,80 / kWh durante el día y Bs1 / kWh después de 18hrs. Las estaciones deberían tener  $\geq 20$  puestos en las carreteras principales y  $\geq 5$  puestos en carreteras menores para evitar demoras.
- Eliminar los impuestos para bicicletas, scooters, motocicletas eléctricas, baterías, paneles solares, turbinas eólicas, inversores, controladores de carga y los componentes para fabricar EVs.
- Ofrecer subsidios para cambiar buses y taxis a vehículos eléctricos. Crear un plan nacional para que todos los nuevos autos públicos sean eléctricos dentro de 5 años.
- Crear rutas de ciclo-viarios en las ciudades principales y crear planes de transporte para separar el tráfico y crear rutas de autos afuera de los mercados.
- Seguir ofreciendo los bonos para los que consumen menos de 100kWh por mes, pero eliminar las tarifas elevadas para los que consumen más de 500 kWh/mes. El precio de combustible no es diferente por la cantidad de litros consumidos, entonces no debería subir por la cantidad de kWh consumidos.

## Recomendaciones para la electricidad

- Ahora el precio de electricidad no varía según la oferta, que es un problema con energías variables como viento y solar, pero es costoso crear una grilla inteligente (*smart grid*) que pueda variar el precio en tiempo real según la oferta. Bolivia puede crear un esquema de tarifas según la hora para limitar el pico de demanda entre 18 y 23 horas y subir la demanda entre 23 y 7 horas, para incentivar la carga de EVs y baterías de casa durante la noche.
- Después de 2035, Bolivia debería planear tener una grilla inteligente que pueda variar el precio de electricidad según la oferta de electricidad, para llegar a 100% electricidad renovable en 2040.
- Negociar con los países vecinos para crear una grilla continental de líneas HVDC para intercambiar electricidad.
- Democratizar la energía. Permite que casas con paneles solares puedan conectar a la grilla eléctrica y vender su energía a la grilla por crédito energético en el futuro.
- Crear regulación sencilla y tarifas equitativas de mayoreo en los proveedores de electricidad, para fomentar la construcción de granjas solares y eólicas privadas.



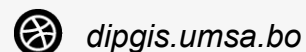
*¡Bolivia necesita un plan nacional para  
100% energía renovable en 15 años!*

Amos B. Batto, cel: 76585096

Licencia: [CC-BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), se puede copiar y adaptar esta presentación y sus gráficos si le da crédito a Amos B. Batto.

Descargar los datos en:

<http://illaa.org/reaccionclimatica/BoliviaEmisiones2023.ods>



Organizan:



Comité Estratégico:

