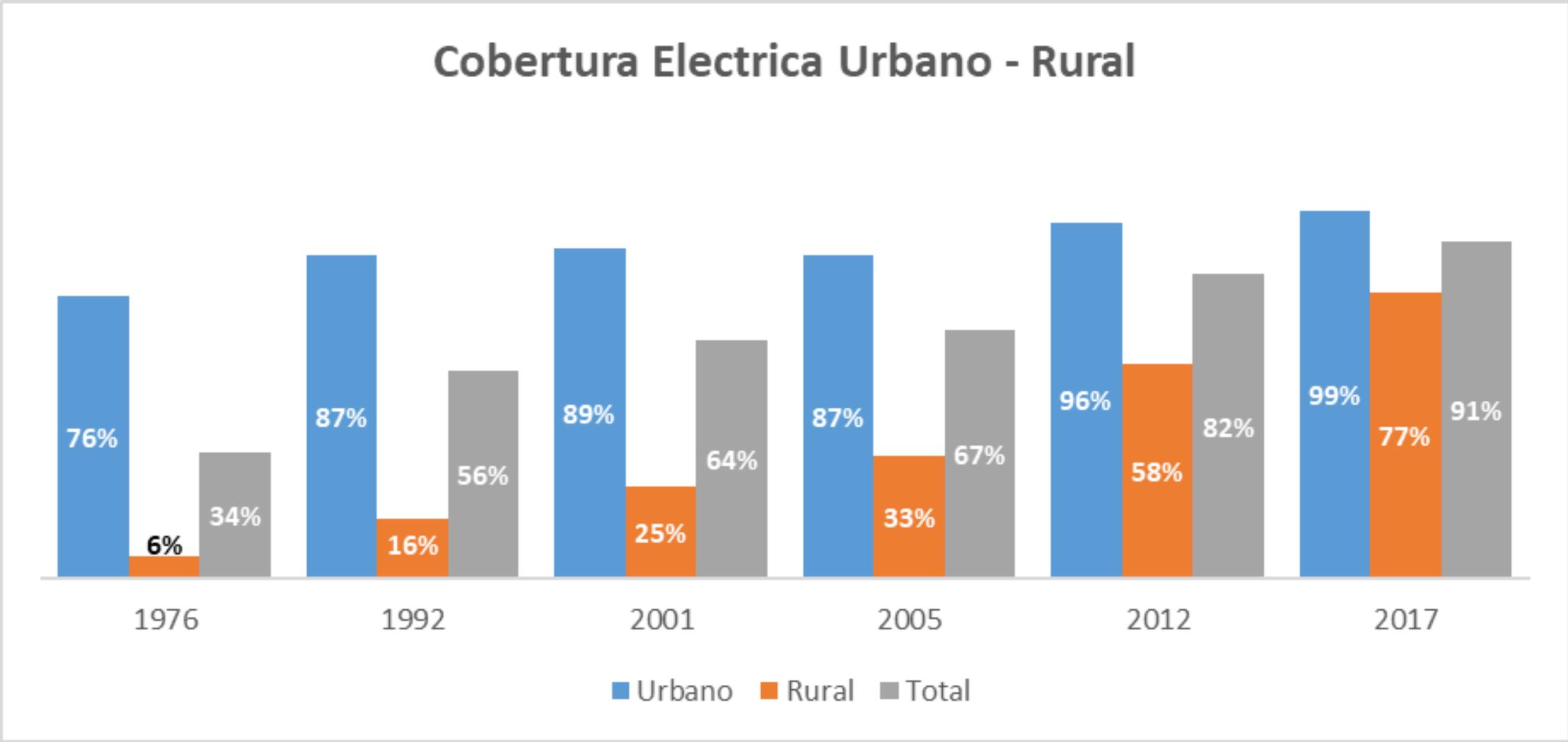


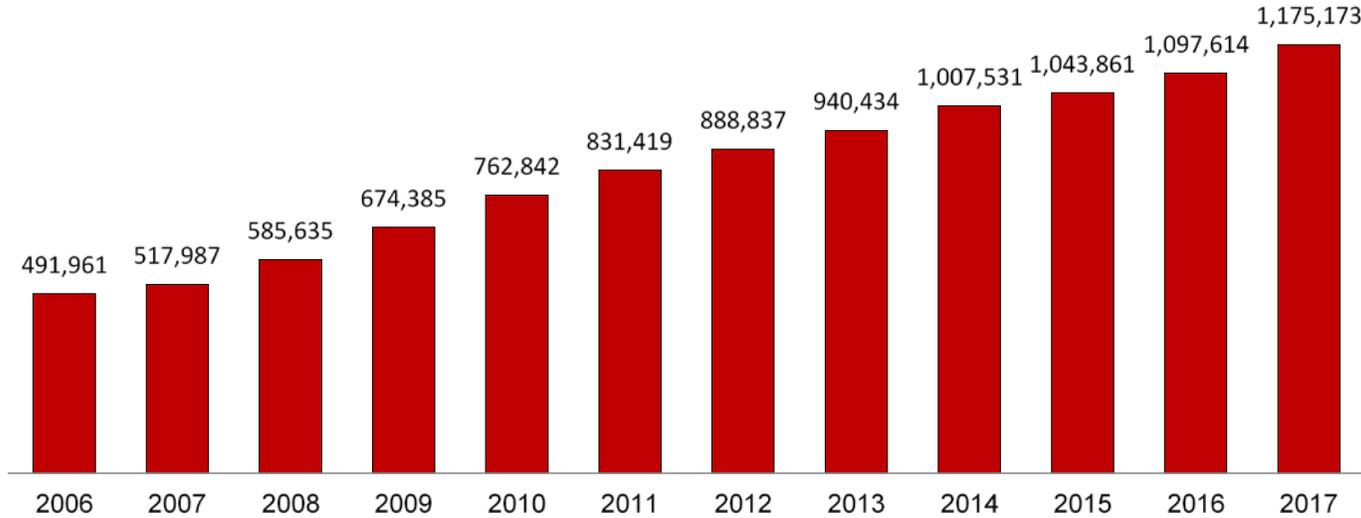
# DESARROLLO DE LAS ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN EL SECTOR ELECTRICO BOLIVIANO

# COBERTURA ELÉCTRICA URBANO - RURAL



# TARIFA DIGNIDAD

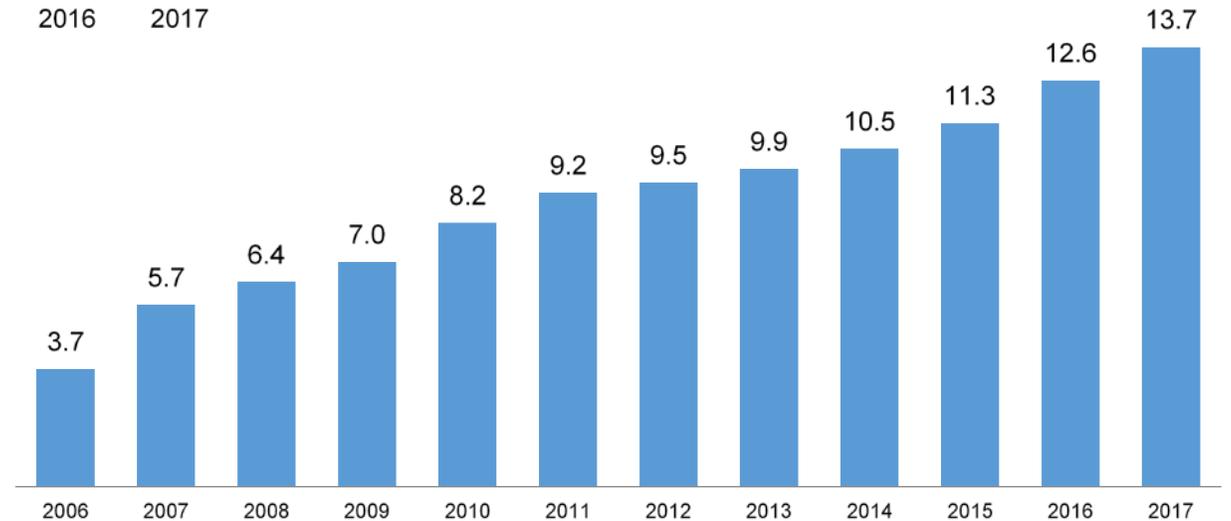
## Usuarios Beneficiados a Nivel Nacional Abril 2006 - Diciembre 2017



(\*)Valores estimados a diciembre de 2017

Fuente: Autoridad de Fiscalización y Control Social de Electricidad - AE

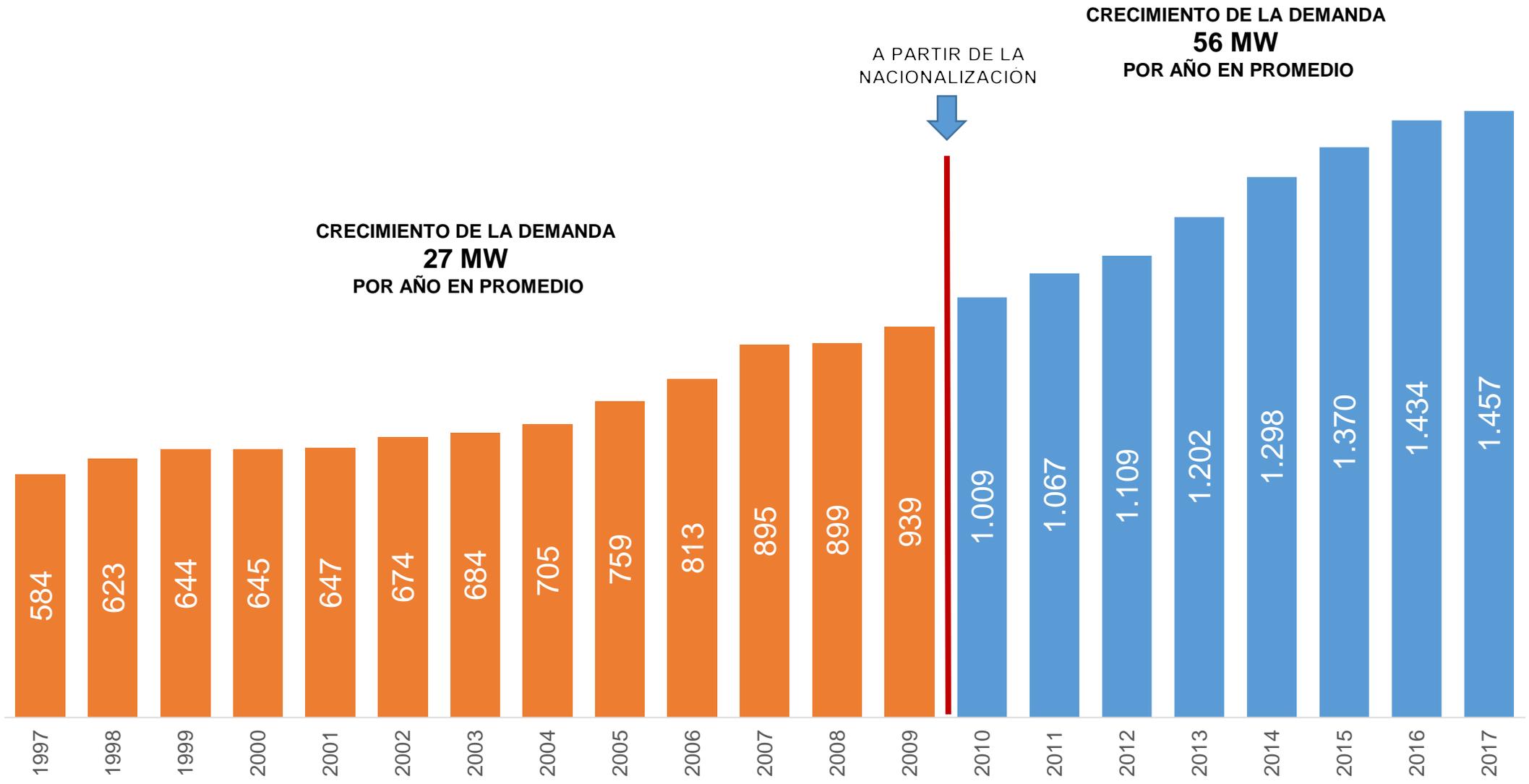
## Montos Compensados a Nivel Nacional Abril 2006 a Diciembre 2017 (MMUSD)



(\*)Valores estimados a diciembre de 2017

Fuente: Autoridad de Fiscalización y Control Social de Electricidad - AE

# DEMANDA MÁXIMA DE POTENCIA DEL SIN (MW)

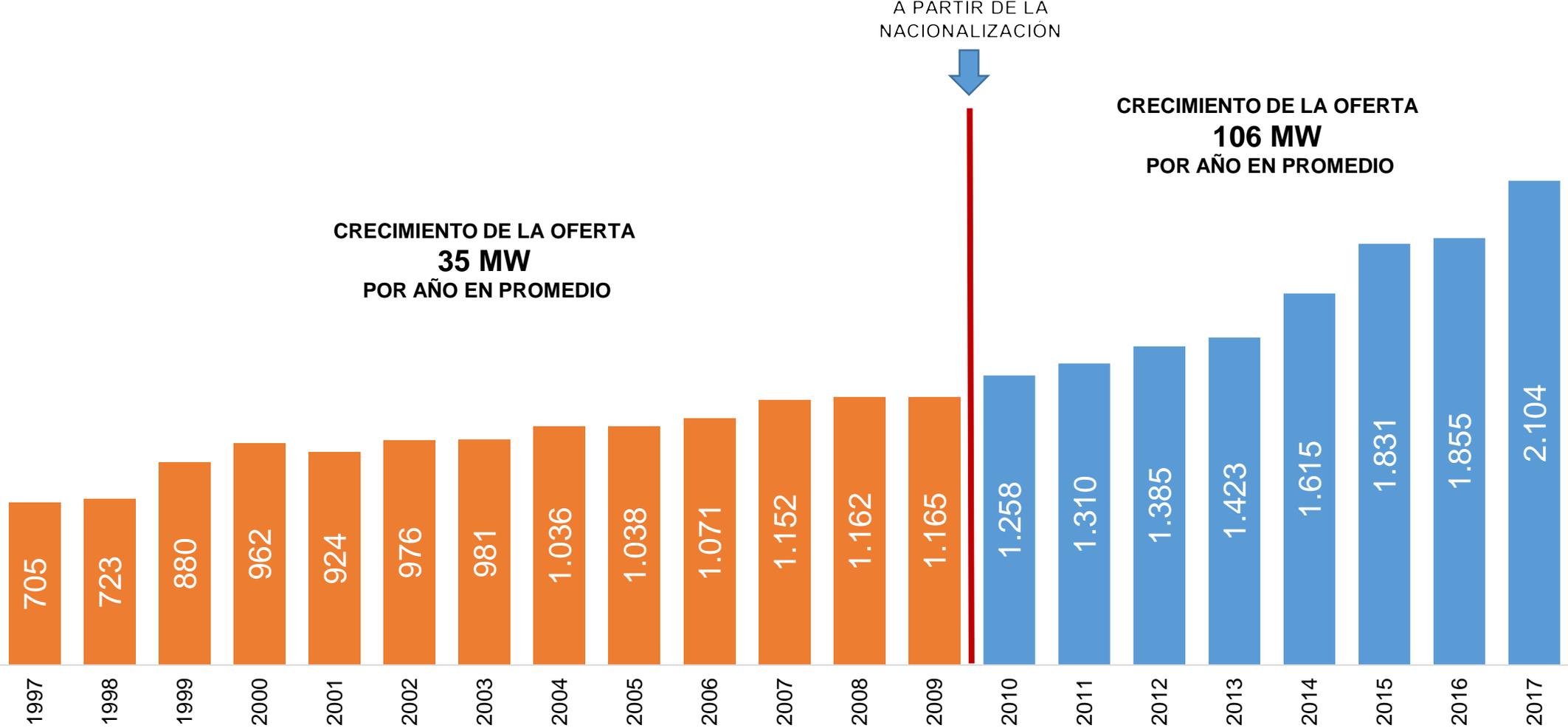


CRECIMIENTO DE LA DEMANDA  
**27 MW**  
POR AÑO EN PROMEDIO

A PARTIR DE LA  
NACIONALIZACIÓN

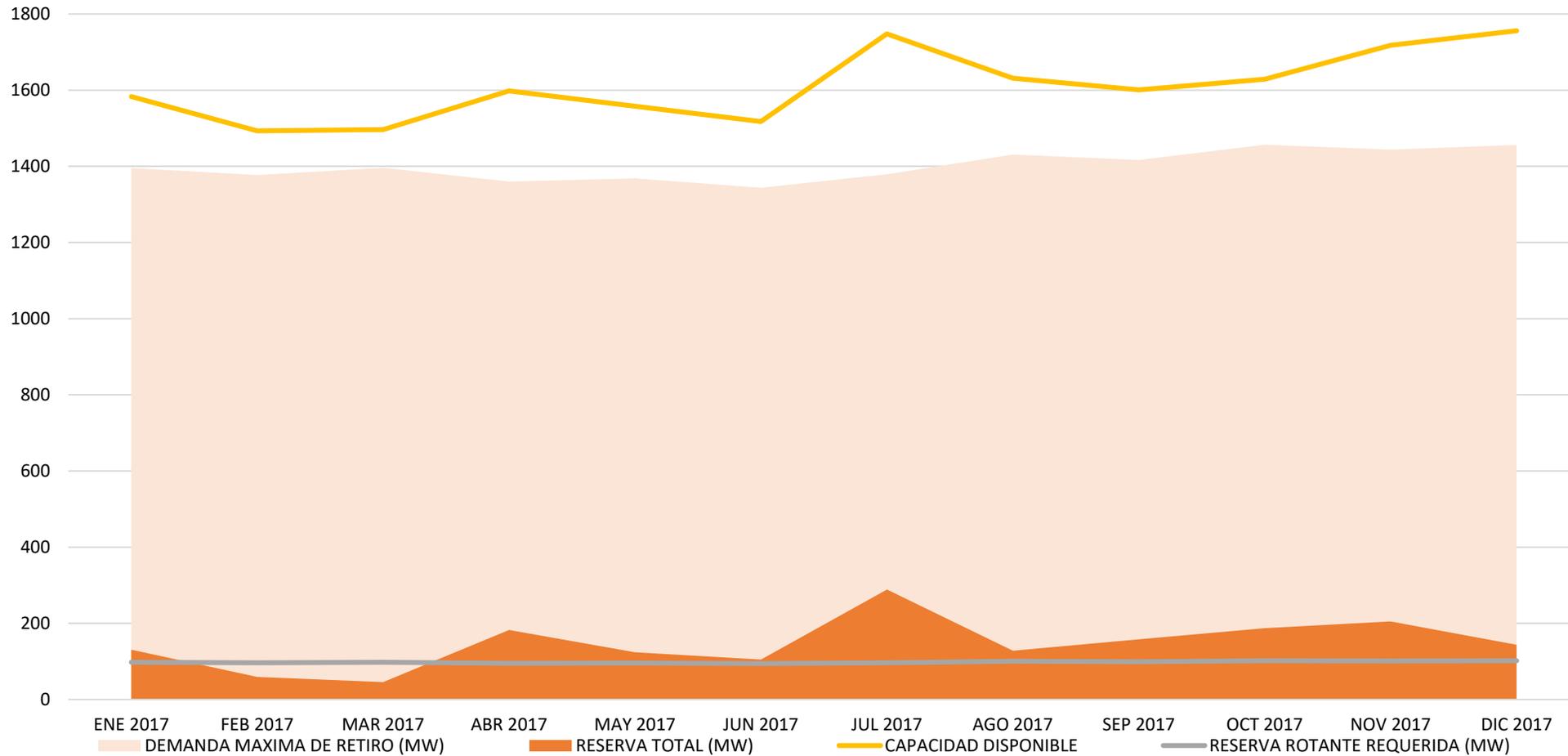
CRECIMIENTO DE LA DEMANDA  
**56 MW**  
POR AÑO EN PROMEDIO

# OFERTA DE LA CAPACIDAD DE GENERACION DEL SIN (MW)



Fuente: Comité Nacional de Despacho de Carga - CNDC

# BALANCE DE POTENCIA DEL SIN



<p><b>CAPACIDAD EFECTIVA</b></p> <p><b>2,104 MW</b> (12/2017)</p>	<p><b>DEMANDA MAX</b></p> <p><b>1.457 MW</b> (18/10/2017) a horas 19:15</p>	<p><b>RESERVA TOTAL PROMEDIO</b></p> <p><b>8,9%</b></p>	<p><b>RESERVA ROTANTE PROMEDIO</b></p> <p><b>6,0%</b></p>
---	---	---	---

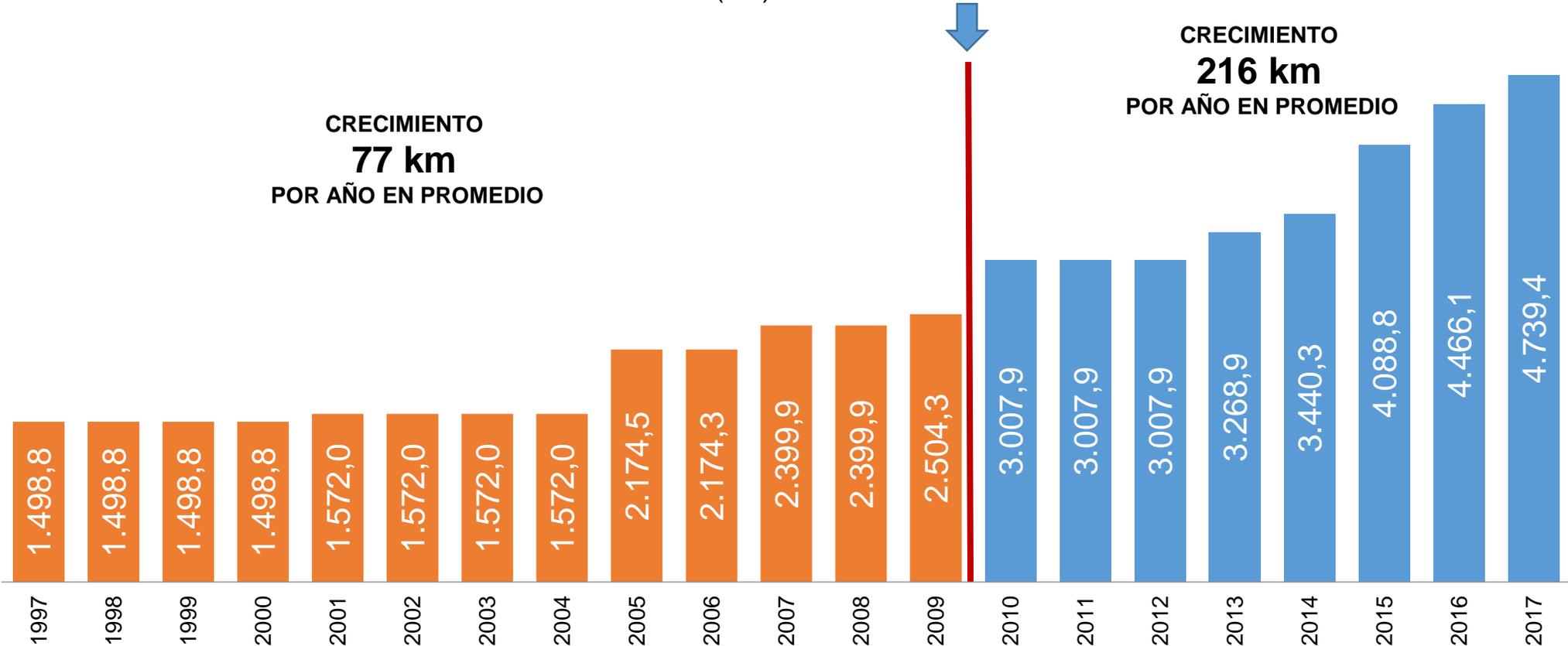
# LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

SISTEMA TRONCAL DE INTERCONEXION  
EXTENSION DE LINEAS DE TRANSMISION (km)

A PARTIR DE LA  
NACIONALIZACION

CRECIMIENTO  
**77 km**  
POR AÑO EN PROMEDIO

CRECIMIENTO  
**216 km**  
POR AÑO EN PROMEDIO



(\*)A partir de la Ley de Electricidad (año 1996), se crea el Sistema Troncal de Interconexión (STI) y se hace la diferenciación en Líneas de transmisión del STI y el Sistema Interconectado Nacional – (SIN).

Fuente: Comité Nacional de Despacho de Carga - CNDC

# INVERSIONES EN GENERACIÓN

1985 - 2009  
Inversión Promedio  
20 MM USD/Año

2010 - 2017  
Inversión Promedio  
294 MM USD/Año



# INVERSIONES EN TRANSMISIÓN

**1985 - 2009**  
Inversión Promedio  
9 MM USD/Año

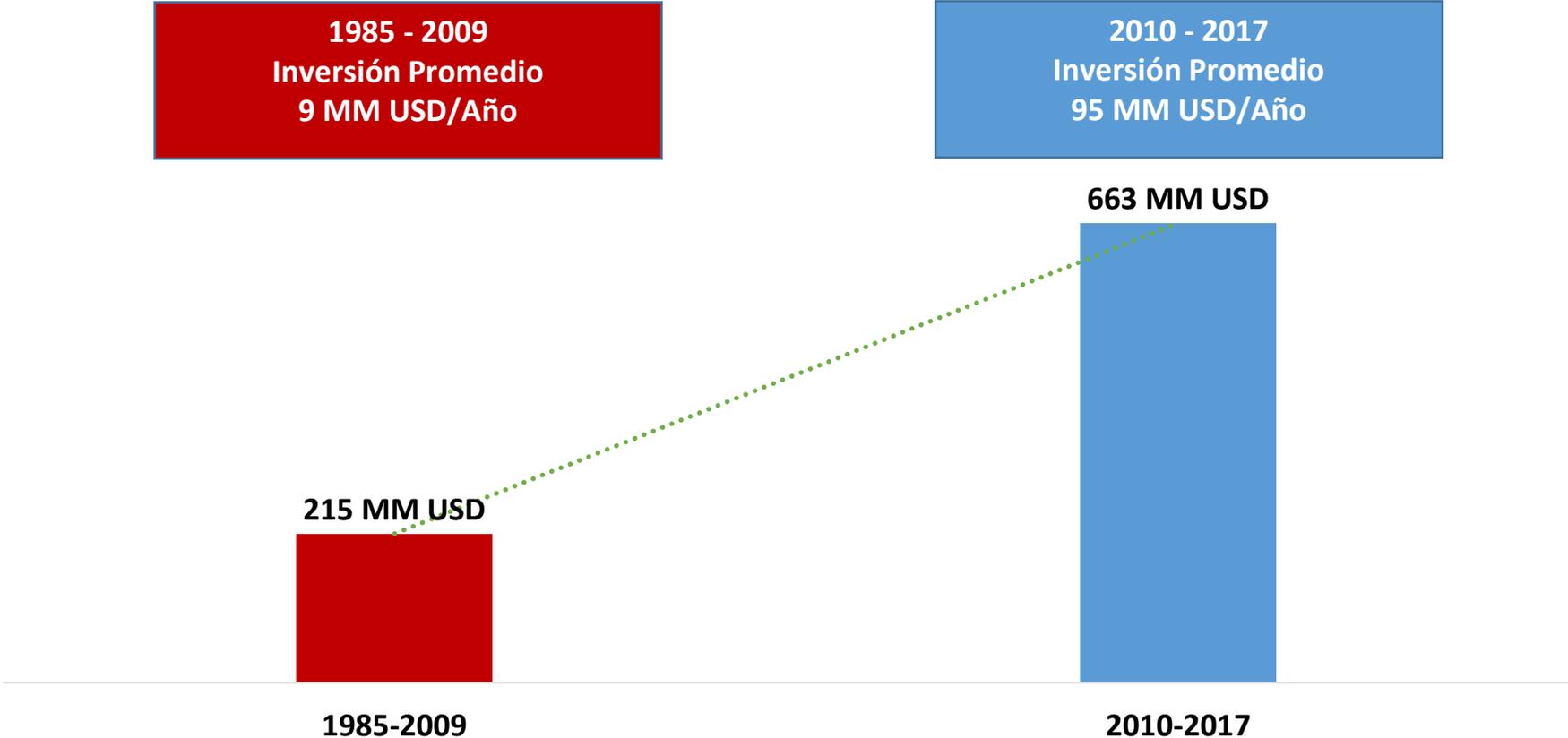
**2010 - 2017**  
Inversión Promedio  
95 MM USD/Año

**215 MM USD**

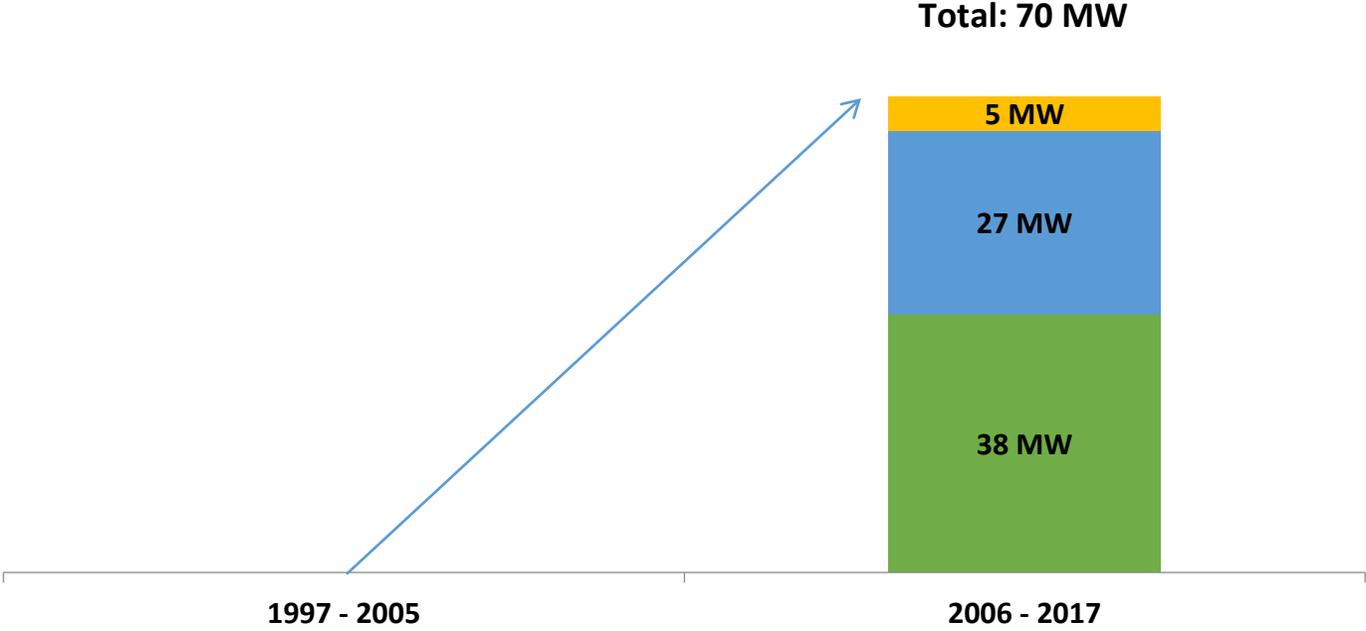
**663 MM USD**

**1985-2009**

**2010-2017**



# ADICION DE POTENCIA CON ENERGIAS ALTERNATIVAS (MW)



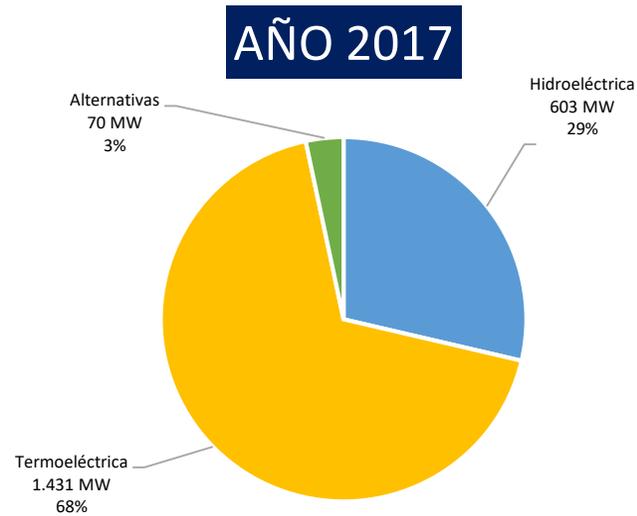
■ Biomasa ■ Eolico ■ Solar

Estatal 38 MW (San Buenaventura, Qollpana, Yunchará)  
Privados 32 MW (Unagro, IGSA, Guabirá)

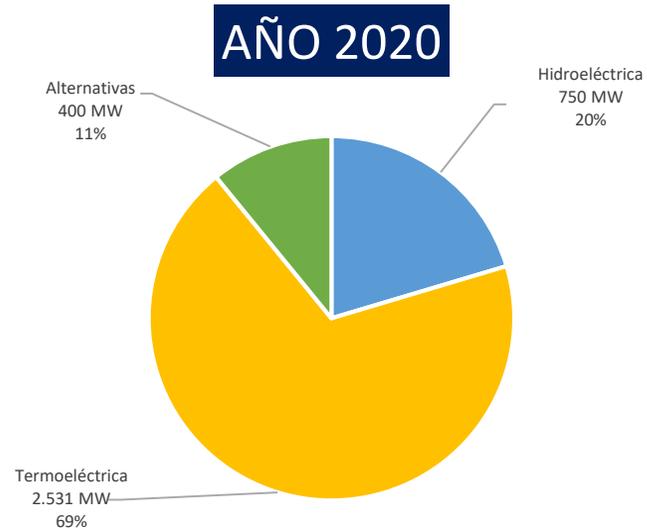
# COOPERATIVAS INTERCONECTADAS AL SIN

COOPERATIVAS INTERCONECTADAS AL SIN			
Departamento	Cooperativas, Localidades	Año	Beneficiarios
Beni	Trinidad	2010	26.146
	Yucumo		2.414
	San Borja		4.573
	Reyes		1.678
	Rurrenabaque		3.219
	San Ignacio de Moxos	2011	2.428
	Magdalena	2013	1.303
	San Joaquín		826
	San Ramón		708
	Santa Ana de Yacuma		2.759
Chuquisaca	Camargo	2013	7.746
	Muyupampa	2016	842
	Monteagudo		5.027
La Paz	San Buena Ventura	2012	833
	Tumupasa		650
	Ixiamas		1.200
Tarija	Tarija	2014	68.041
	Villamontes		12.209
	Yacuiba		26.157

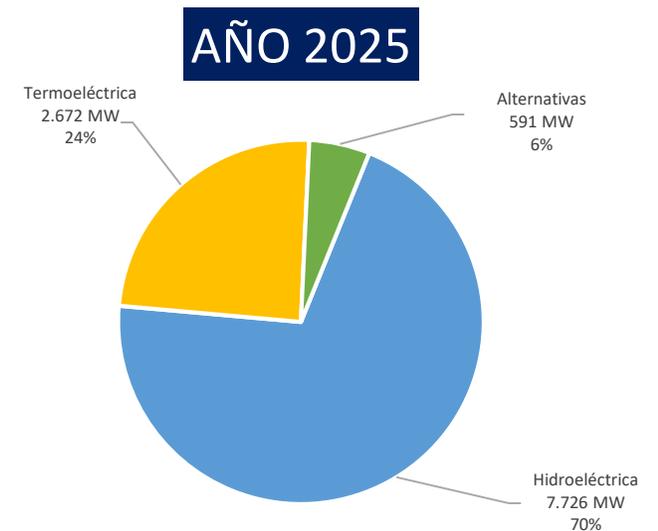
# CAMBIO DE LA MATRIZ ENERGÉTICA DEL SIN Y SISTEMAS AISLADOS



AÑO 2017	
Tecnología	Potencia
Hidroeléctrica	603 MW
Termoelectrica	1.431 MW
Alternativas	70 MW
<b>TOTAL</b>	<b>2.104 MW</b>



AÑO 2020	
Tecnología	Potencia
Hidroeléctrica	750 MW
Termoelectrica	2.531 MW
Alternativas	400 MW
<b>TOTAL</b>	<b>3.681 MW</b>



AÑO 2025	
Tecnología	Potencia
Hidroeléctrica	7.726 MW
Termoelectrica	2.672 MW
Alternativas	591 MW
<b>TOTAL</b>	<b>10.989 MW</b>

# PROYECTOS ESTRATÉGICOS DE GENERACIÓN EJECUTADOS PERIODO 2010 – 2017 POR DEPARTAMENTO

DEPARTAMENTO	PROYECTO	POTENCIA (MW)	TOTAL (MW)	INVERSION (MMUSD)
PANDO	Solar Cobija	5	12	11,4
	Ampliación Sist. Cobija	7		4,8
LA PAZ	Biomasa San Buenaventura	10	60	34,0
	Termoeléctrica El Alto	50		95,1
CBBA	Hidroeléctrica Misicuni	120	376	141,0
	Termoeléctrica Valle Hermoso (unidad 5-8)	42		45,9
	Termoeléctrica Bulu Bulu	49		44,0
	Eólico Qollpana Fase I y II	27		62,3
	Termoeléctrica de Entre Ríos	114		84,7
	Termoeléctrica Carrasco (tercera unidad)	24		39,3
BENI	Termoeléctrica de Moxos	21	24	15,6
	Ampliación Moxos	3		1,6
STA CRUZ	Biomasa Unagro	6	339	20,4
	Ampliación San Matías	3		4,8
	Termoeléctrica Warnes	221		171,0
	Híbrido El Espino	,06		0,7
	Ciclo Combinado Guaracachi	104		97,8
	Ampliación Guabirá	5		17,4
TARIJA	Termoeléctrica del Sur	175	180	109,8
	Solar Yunchará	5		9,4
		TOTAL	991	1011,0

# PROYECTOS ESTRATÉGICOS DE GENERACIÓN EJECUTADOS

## PERIODO 2010 - 2017 (Millones de dólares)

**Solar Cobija**  
Pot. 5 MW  
Inv. 11,4 MMUSD

**Ampliación Sist. Cobija  
(5 und.)**  
Pot. 7 MW  
Inv. 4,78 MMUSD

**Biomasa San Buenaventura**  
Pot. 10 MW  
Inv. 34,00 MMUSD

**Termoeléctrica El Alto**  
Pot. 50 MW  
Inv. 95,1 MMUSD

**Hidroeléctrica Misicuni**  
Pot. 120 MW  
Inv. 141,04 MMUSD

**Termoeléctrica Valle Hermoso  
(unidad 5-8)**  
Pot. 42 MW  
Inv. 45,9 MMUSD

**Termoeléctrica Bulu Bulu**  
Pot. 49 MW  
Inv. 44,0 MMUSD

**Eólico Qollpana Fase I y II**  
Pot. 27 MW  
Inv. 62,3 MMUSD

**Solar Yunchará**  
Pot. 5 MW\*\*  
Inv. 9,4 MMUSD

**Termoeléctrica de Moxos**  
Pot. 21 MW 14 unidades  
Inv. 15,6 MMUSD

**Ampliación Moxos**  
Pot. 3 MW (2 und.)  
Inv. 1,62 MMUSD

**Termoeléctrica de Entre Ríos**  
Pot. 114 MW  
Inv. 84,7 MMUSD

**Biomasa Unagro**  
Pot. 6 MW  
Inv. 20,40 MMUSD \*\*\*

**Ampliación San Matías**  
Pot. 3 MW  
Inv. 4,78 MMUSD

**Termoeléctrica Warnes**  
Pot. 221 MW  
Inv. 171 MMUSD

**Híbrido El Espino**  
Pot. 0,06 MW  
Inv. 0,7 MMUSD

**Ciclo Combinado Guaracachi**  
Pot. 104 MW  
Inv. 97,8 MMUSD

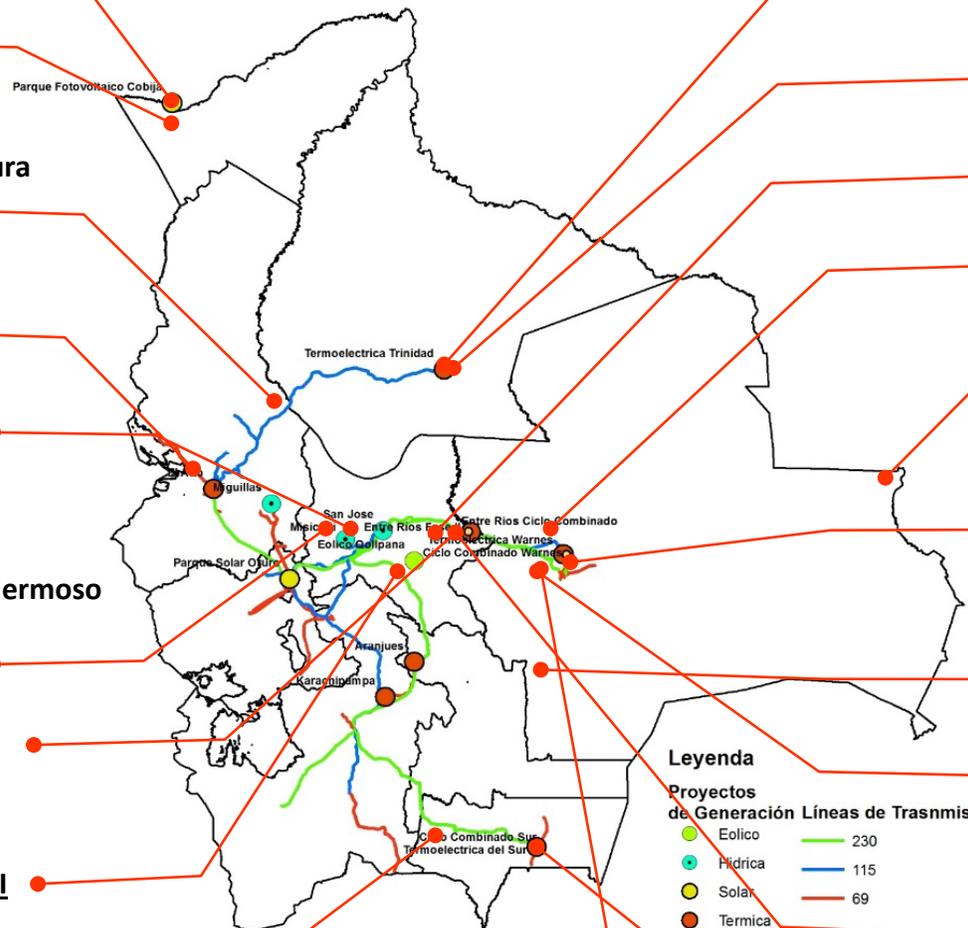
**Termoeléctrica Carrasco  
(tercera unidad)**  
Pot. 24 MW  
Inv. 39,3 MMUSD

**Termoeléctrica del Sur**  
Pot. 175 MW  
Inv. 109,8 MMUSD

**Amp. Guabirá**  
Pot. 5 MW  
Inv. 17,40 MMUSD \*\*\*

**Total Generación: 991 MW  
Inversión: 1.011 MMUSD**

\*\*\* Inv. Estimada privados



**Leyenda**  
Proyectos de Generación  
● Eólico  
● Hidrica  
● Solar  
● Termica  
○ Vapor  
Líneas de Trasmisión  
— 230  
— 115  
— 69

# PROYECTOS ESTRATÉGICOS DE TRANSMISIÓN EJECUTADOS

## PERIODO 2006 – 2017

### (Millones de dólares)

PROYECTO	LONGITUD (km)	INVERSIÓN (MMUSD)	NIVEL DE TENSIÓN (kV)	DEPARTAMENTO
LT Cochabamba-La Paz (DTI)	274	82,76	230	Cochabamba - La Paz
LT Palca-Mazocruz (DT)	36	9,86	230	La Paz
LT Misicuni - Colcapirhua	13	4,83	115	Cochabamba
LT Caihuasi - Jeruyo	46	12,02	115	Cochabamba - Oruro
LT al Centro Minero Huanuni	4,9	5,27	115	Oruro
LT Punutuma – Tarija	255,4	255,4	230	Potosí - Tarija
LT Chaco – Tarija (DT)	138	56,95	230	Tarija
LT Yucumo –San Buenaventura	118	18,82	115	Beni - La Paz
LT Caranavi – Trinidad	368,2	42,94	115	La Paz - Beni
LT Sucre - Potosí	111,7	18,19	115	Chuquisaca - Potosí
LT Warnes – Las Brechas (DT)	118,8	42,81	230	Santa Cruz
LT Sucre - Padilla	120	17,92	115	Chuquisaca

# PROYECTOS ESTRATÉGICOS DE TRANSMISIÓN EJECUTADOS PERIODO 2006 – 2017 (Millones de dólares)

## LT Cochabamba-La Paz (DTI)

Long. 274 km  
Inv. 82,76 MMUSD  
230 kV

## LT Palca-Mazocruz (DT)

Long. 36 km  
Inv. 9,86 MMUSD  
230 kV

## LT Misicuni - Colcapirhua

Long. 13 km  
Inv. 4,83 MMUSD  
115 kV

## LT Caihuasi - Jeruyo

Long. 46 km  
Inv. 12,02 MMUSD  
115 kV

## LT al Centro Minero Huanuni

Long. 4,9 km  
Inv. 5,27 MMUSD

## LT Punutuma – Tarija (Tarija al SIN)

Long. 255,4 km  
Inv. 51,58 MMUSD  
230 kV

## LT Chaco – Tarija (DT)

Long. 138 km  
Inv. 56,95 MMUSD  
230 kV

## LT Yucumo –San Buenaventura

Long. 118 km  
Inv. 18,82 MMUSD  
115 kV

## LT Caranavi – Trinidad

Long. 368,2 km  
Inv. 42,94 MMUSD  
115 kV

## LT Sucre - Potosí

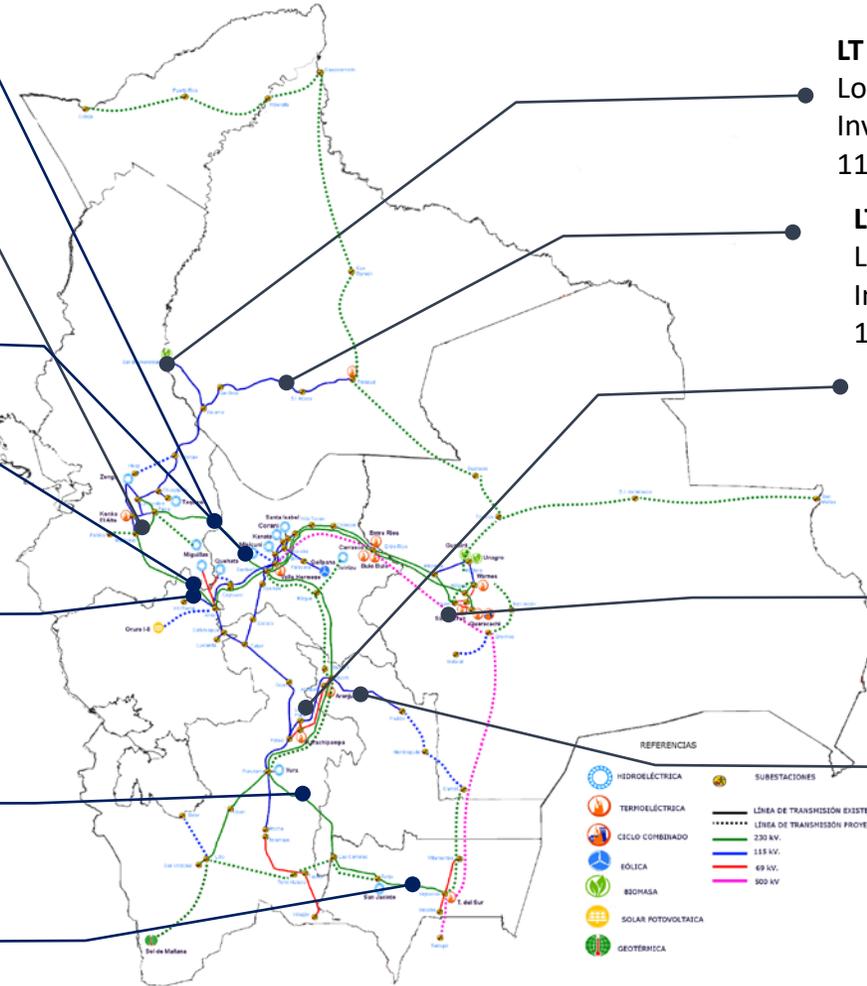
Long. 111,7 km  
Inv. 18,19 MMUSD  
115 kV

## LT Warnes – Las Brechas (DT)

Long. 118,8 km  
Inv. 42,81 MMUSD  
230 kV

## LT Sucre - Padilla

Long. 120 km  
Inv. 17,92 MMUSD  
115 kV



**Total Transmisión: 1.604 km**  
**Inversión: 364 MMUSD**

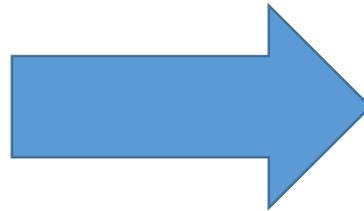
DT: Doble Terna; DTI: Doble Terna Incompleta

# SISTEMA INTERCONECTADO NACIONAL

2005



- Longitud de líneas STI: 2.283 km
- Oferta de generación: 1.038 MW
- Demanda: 3.994 GWh



2017



- Longitud de líneas STI : 4.739 km
- Oferta de generación : 2.104 MW
- Demanda: 8.766 GWh

# PROYECTOS DE GENERACIÓN EN EJECUCIÓN

Hidroeléctrica San José  
**124 MW**

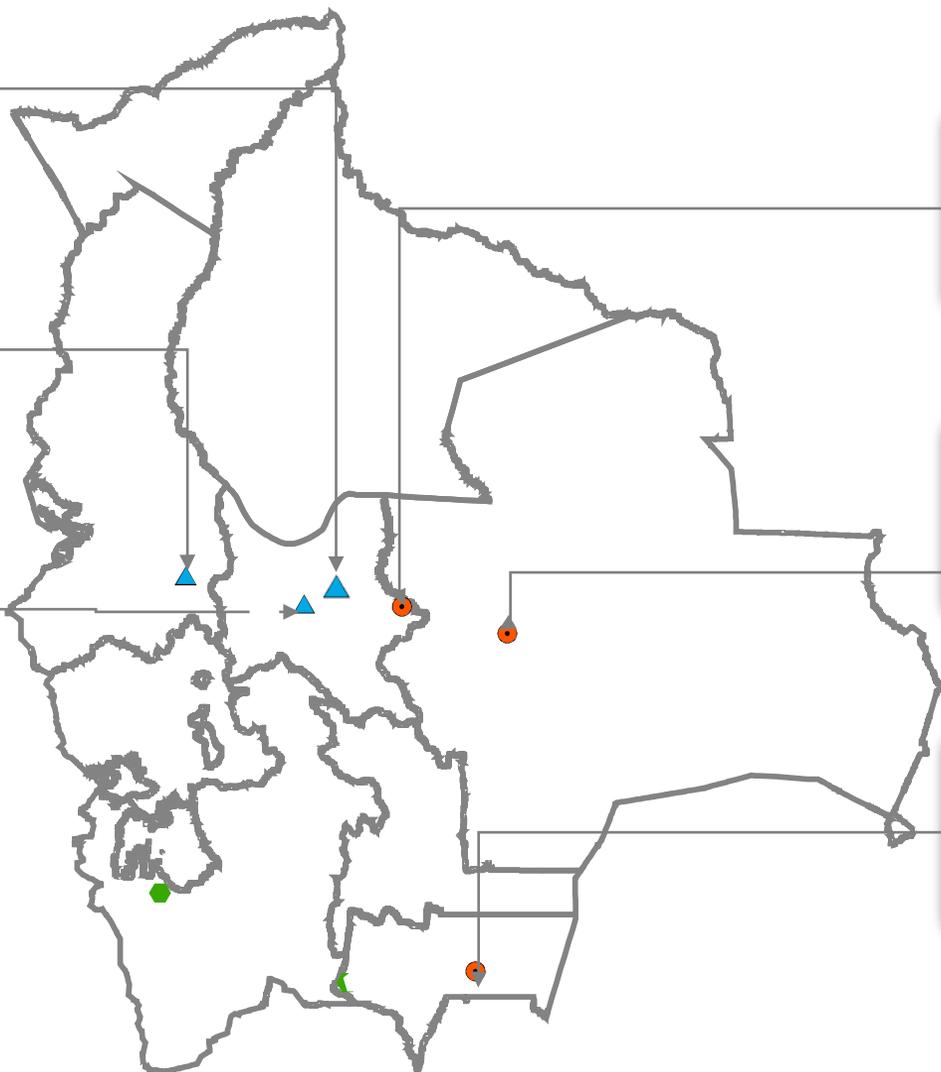
Hidroeléctrica Miguillas  
**203 MW**

Hidroeléctrica Ivirizu  
**290 MW**

Ciclos Combinados  
Termoeléctrica de Entre Ríos  
**409 MW**

Ciclos Combinados  
Termoeléctrica de Warnes  
**353 MW**

Ciclos Combinados  
Termoeléctrica del Sur  
**337 MW**



# CICLOS COMBINADOS

Inversión Total: 1.395,2 MMUSD

C.C. Termoeléctrica del Sur: 327 MW  
Inversión: 463,7 MMUSD



C.C. Termoeléctrica Warnes: 352,6 MW  
Inversión: 468,3 MMUSD



C.C. Termoeléctrica Entre Ríos: 409,2 MW  
Inversión: 463,2 MMUSD



# PROYECTOS GENERACIÓN EN EJECUCIÓN

## POTENCIA INSTALADA

### Hidroeléctricas

*San José*

*124 MW*

*Miguillas*

*203 MW*

*Ivirizu*

*290 MW*

**TOTAL**

**617 MW**

### Ciclos Combinados

*Entre Ríos*

*409 MW*

*Warnes*

*353 MW*

*Del Sur*

*327 MW*

**TOTAL**

**1089 MW**

### Energías Alternativas

*Solar Oruro*

*50 MW*

**TOTAL**

**50 MW**

# PROYECTOS GENERACIÓN EN ESTUDIO Y GESTIÓN DE FINANCIAMIENTO

Biomasa Cobija / Riberalta  
**20MW / 20 MW**

Hidroeléctrica El Bala  
**2.500 MW**

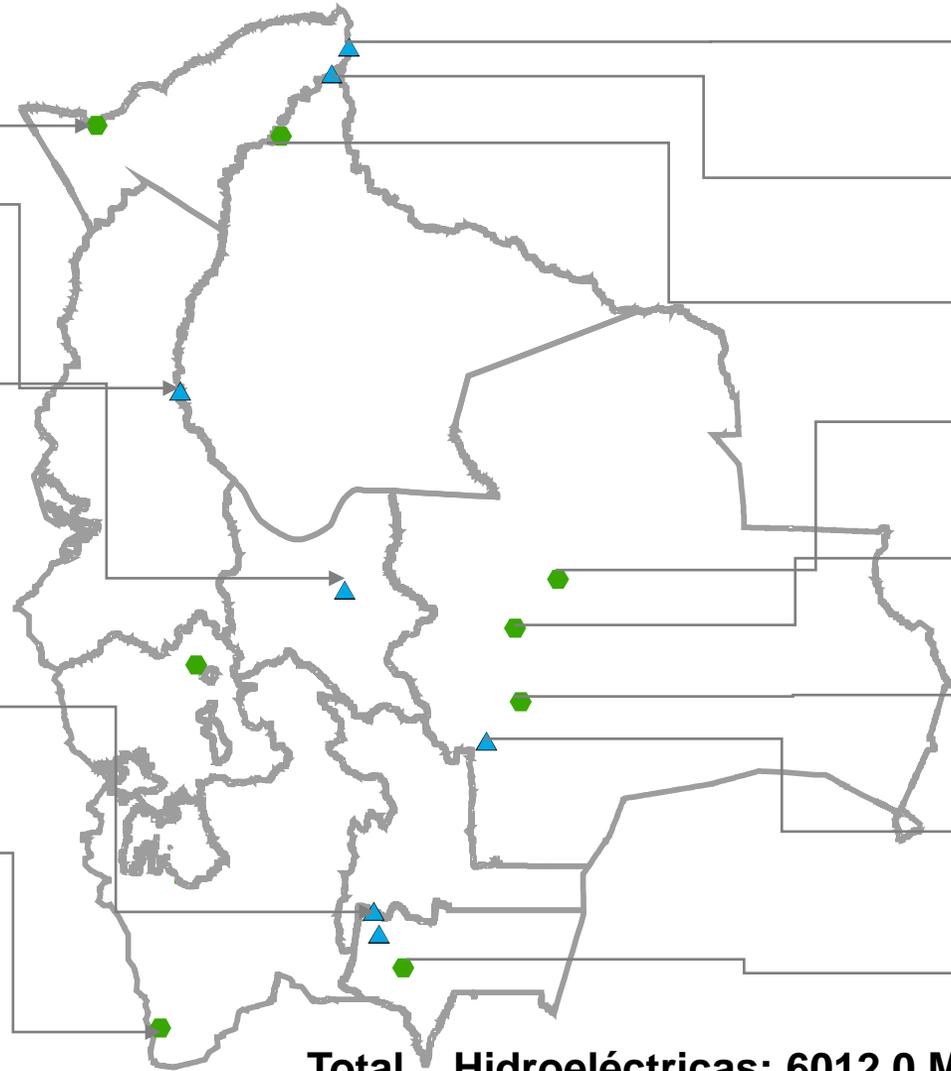
Hidroeléctrica Banda Azul  
**93 MW**

Hidroeléctrica Carrizal  
**319 MW**

Geotérmica Laguna Colorada  
**105 MW**

Proyecto en Estudio

Proyecto en  
Financiamiento



Hidroeléctrica Río Madera  
**1.500 MW**

Hidroeléctrica Cachuela Esperanza  
**990 MW**

Solar Riberalta, Guayaramerin  
**8.3 MW**

Eólico San Julián  
**39.6 MW**

Eólico Warnes I / II  
**14.4MW / 21 MW**

Eólico El Dorado  
**54 MW**

Hidroeléctrica Rositas  
**600 MW**

Eólica La Ventolera  
**24 MW**

**Total Hidroeléctricas: 6012.0 MW**  
**Total Energías Alternativas: 356.3 MW**

# PROYECTOS DE TRANSMISIÓN EN EJECUCIÓN

LT Huaji - Caranavi  
73 km / 115 kV

LT Mazocruz - Pallina  
22 km / 230 kV

LT Litio - Salar  
83 km / 115 kV

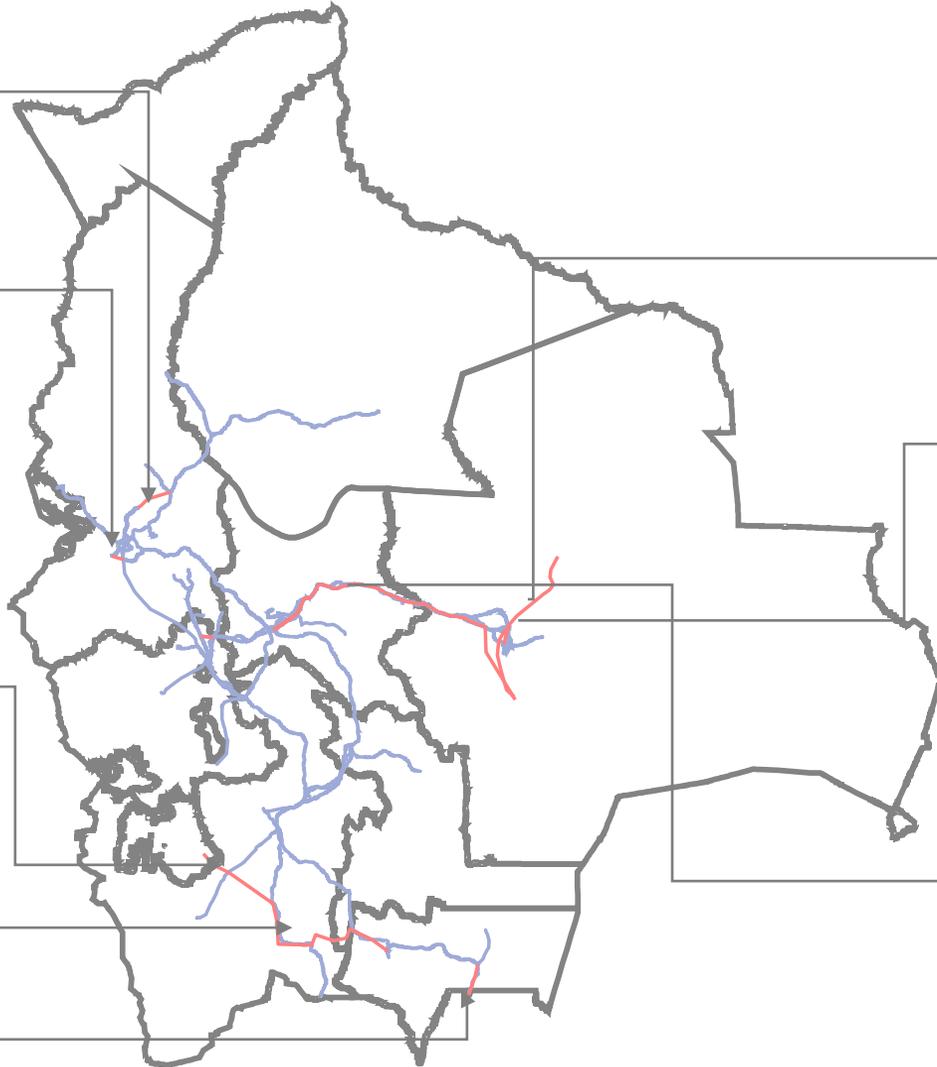
LT Anillo Energético del Sur  
323 km / 230 kV

LT Juana Azurduy de Padilla  
116 km / 132 kV

LT La Bélgica – Los Troncos  
100 km / 230 kV

LT Warnes – Urubó  
21 km / 230 kV

LT Santivañez – San José II  
83 km / 230 kV



# ENERGIA ALTERNATIVA SOLAR Y EOLICA

PARQUES EÓLICO		QOLLPANA
GENERACION BRUTA (MWh)		EQUIVALENTE EN MPC
2014	7.936	27.076
2015	11.359	38.755
2016	28.734	98.040
2017	60.383	206.028
2018	10.683,41	36.452
<b>TOTAL</b>	<b>119.095</b>	<b>406.351</b>

PLANTAS SOLARES		YUNCHARA - UYUNI
GENERACION BRUTA (MWh)		EQUIVALENTE EN MPC
2014		
2015		
2016		
2017	1.066	3.636
2018	20.668	70.520
<b>TOTAL</b>	<b>21.734</b>	<b>74.156</b>

# NORMATIVA REFERENTE A LOS PROYECTOS DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS

## DECRETO SUPREMO N° 2048

**OBJETO.-** Establecer el mecanismo de remuneración para la generación de electricidad a partir de Energías Alternativas en el SIN.

**ARTICULO 2.-** (Mecanismo de Remuneración).- La Autoridad de Fiscalización y control Social de Electricidad, conjuntamente los precios de nodo, aprobará el valor de ajuste por adaptabilidad que se aplicara al precio de nodo de energía para retribuir la generación de cada uno de los proyectos de Energías Alternativas valorada al precio aprobado por el ente regulador.

**DISPOSICIÓN ADICIONAL ÚNICA.-** El Ministerio de Hidrocarburos y Energía, mediante Resolución Ministerial, aprobará los proyectos de generación de electricidad a partir de Energías Alternativas para el Sistema Interconectado Nacional, que sean sujetos al mecanismo de remuneración establecido en el presente Decreto Supremo, conforme a la planificación sectorial.

# FONDO DE ENERGIA ALTERNATIVA S

## DECRETO SUPREMO N° 2048

**ARTICULO 3.-** dispone la creación de las cuentas individuales de Energías Alternativas para cada agente distribuidor en la que se incluirán los montos destinados a cubrir la remuneración por efecto de la aplicación del valor de ajuste por adaptabilidad para el desarrollo de dichas energías, asimismo la AE en forma semestral determinara para las distribuidoras los factores de Energías Alternativas.

AÑO	FONDO DE EA EN MMUSD
2015	5,68
2016	13,60
2017	25,02
2018	22,36

# FACTOR DE ADAPTABILIDAD DE ENERGIAS ALTERNATIVAS

MECANISMO DE REMUNERACIÓN DE LAS ENERGIAS ALTERNATIVAS:  
PRECIOS REFERENCIALES, IMPACTO EN TARIFAS Y CALIDAD

## Factor de Ajuste por Adaptabilidad

*MECANISMO DE REMUNERACIÓN. La AE, conjuntamente a los precios de nodo, aprobará el valor de ajuste por adaptabilidad que se aplicará al precio nodo de energía para retribuir la generación de cada uno de los proyectos de Energías Alternativas valorada al precio aprobado por el ente regulador, en aplicación del principio de adaptabilidad de la Ley N° 1604, de 21 de diciembre de 1994, de Electricidad.”*

$$FAA = \frac{P_{Eng.Alt.}}{P_{Nod.Eneg.}} - 1$$

# FACTOR DE ADAPTABILIDAD DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS

PROYECTO	BASE DETERMINACIÓN FACTOR DE ADAPTABILIDAD		PRECIO ENERGÍA USD/MWh	FACTOR DE ADAPTABILIDAD
Generación "Parque Eólico Qollpana Fase II"	Precio de Nodo de Energía	Ponderado	18,507	<b>3,06</b>
	Precio de Generación Parque Eólico Qollpana Fase II	Res. AE N° 375/2016 (08/08/2016)	56,620	
Generación "Planta Solar Yunchará - Tarija"	Precio de Nodo de Energía	Ponderado	17,123	<b>6,58</b>
	Precio de Generación Planta Solar Yunchará - Tarija	Res. AE N° 521/2017 (29/09/2017)	112,740	
Generación "Planta Solar Uyuni - Potosí"	Precio de Nodo de Energía	Ponderado	18,390	<b>3,49</b>
	Precio de Generación Planta Solar Uyuni - Potosí	Res. AE N° 139/2018 (16/03/2018)	64,150	

# TARIFAS MEDIAS EN EL SISTEMA INTERCONECTADO NACIONAL

## SIN: TARIFAS DE DISTRIBUCIÓN

GESTION 2018

TARIFAS PROMEDIO CON IVA [USD/kWh]

Categoría	TOTAL
RESIDENCIAL	0,12
GENERAL	0,17
INDUSTRIAL	0,09
A. PÚBLICO	0,14
<b>TOTAL</b>	<b>0,12</b>