



boletín n° 100 - abril 2017

# TUNUPA

---

## FUNDACIÓN · SOLÓN

Bs. 2

# MEGA-HIDROELECTRICAS: EXPORTAR Y MORIR

El Bala-Chepete

2da Edición





# ¿POR QUÉ UN NUEVO EXTRACTIVISMO?

La idea de "Bolivia corazón energético de Sudamérica" siempre estuvo presente a lo largo de las últimas décadas. Sin embargo, hoy ha cobrado una gran relevancia por la caída de ingresos de exportación de hidrocarburos debido a la disminución de los precios del petróleo a nivel mundial. El 2017, los ingresos por regalías e Impuesto Directo a los Hidrocarburos (IDH) retornarán a niveles muy cercanos a los de 2006, año de la nacionalización de los hidrocarburos.

El precio de venta a la Argentina, que en el año 2012 superó los 11 \$US por millón de BTU (Unidad Térmica Británica), ha llegado a fines del 2016 a menos de 3 \$US por millón de BTU.

Pero no solamente están cayendo los precios e ingresos del gas que se exporta al Brasil y Argentina, sino que además las reservas de gas natural están bajando. El consumo doméstico de gas natural se está incrementando y no es posible pensar en un aumento sustantivo de los volúmenes de exportación en el corto plazo.

La situación es tan grave que en el mes de Julio del 2016 la Argentina aplicó una multa de 2.224.068 dólares a Bolivia por incumplir con el suministro de gas al vecino país. Según la empresa Energía Argentina S.A. (ENARSA), Yacimientos Petrolíferos Fiscales de Bolivia (YPFB) debió haber entregado ese mes 21,55 millones de metros cúbicos diarios (MMm3/d) y YPFB envió en promedio 15,40 MMm3/d. Es decir 6,15 MMm3/d menos de lo solicitado.

En el mes de Julio del 2016 la producción total de gas alcanzó en el país los 55,08 MMm3/d. De este volumen 12,49 MMm3/d fueron para abastecer el mercado interno, 27,19 MMm3/d se exportaron al Brasil y sólo quedaron 15,40 MMm3/d para vender a la Argentina.

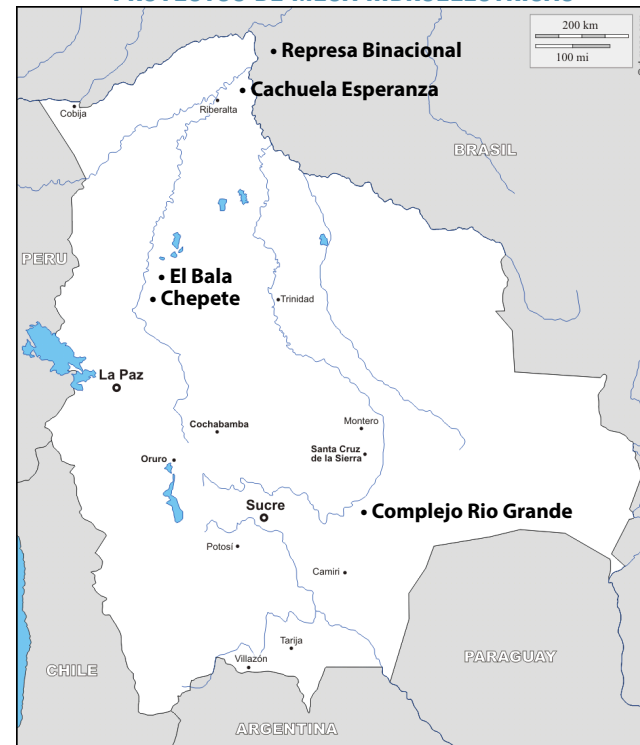
La caída de ingresos por exportaciones de gas tiene un impacto económico y político. La lógica dominante durante la última década ha sido la de un Estado exportador de gas que distribuye la renta entre las regiones y los bolivianos, a través de una serie de mecanismos y programas sociales. La

fortaleza del gobierno depende de su capacidad de repartir esos dineros que provienen de la extracción y exportación del gas. La disminución radical de dichos ingresos abre no sólo una crisis económica sino una crisis política en el país. El Estado "padrino" ya no sería sostenible.

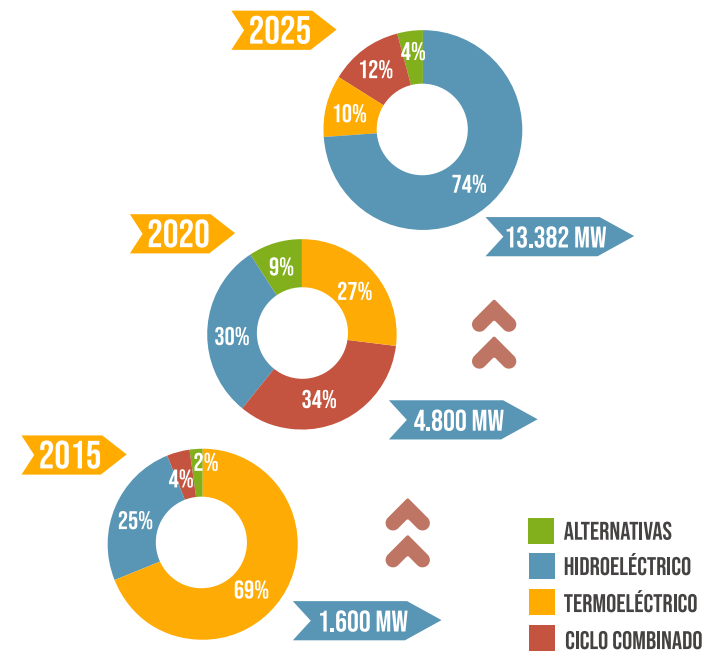
Para compensar la caída de ingresos por exportación de gas el gobierno busca construir varias mega hidroeléctricas que exportarían electricidad a los países vecinos. El plan es pasar de una potencia instalada de 1.600 MW a 13.382 MW hasta el 2025.

Según proyecciones del Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas -transformado en Ministerio de Energía desde enero del 2017- para el año 2025, Bolivia necesita una potencia instalada de 3.000 MW para satisfacer su demanda interna. Esto significa que habría un excedente de 10.000 MW para la exportación.

## PROYECTOS DE MEGA HIDROELÉCTRICAS



## CAMBIO DE LA MATRIZ ELÉCTRICA



Elaboración: ENDE

El incremento en la generación eléctrica para la exportación se daría sobre todo a través de cuatro mega proyectos hidroeléctricos: 1) el Chepete y El Bala, 2) el Complejo hidroeléctrico de Río Grande que incluiría las represas de Jatun Pampa, Seripona, Cañahuecal, Las Juntas, Ocampo, Peña Blanca, La Pesca y Rositas, 3) Cachuela Esperanza, y 4) la represa Binacional entre Bolivia y Brasil en el río Madera.

En el 2010 Sudamérica tenía una potencia instalada de 236.140 MW. Es decir que aunque se hicieran estos cuatro mega proyectos la potencia eléctrica instalada en Bolivia no representaría ni siquiera el 1% del total instalado en la actualidad en Sudamérica. ¿Con estas cifras es realista hablar de Bolivia como corazón energético de Sudamérica?

Las inversiones que se necesitan para construir estas mega hidroeléctricas superarán los 25.000 millones de dólares y marcarán el futuro de Bolivia para los próximos 50 años.

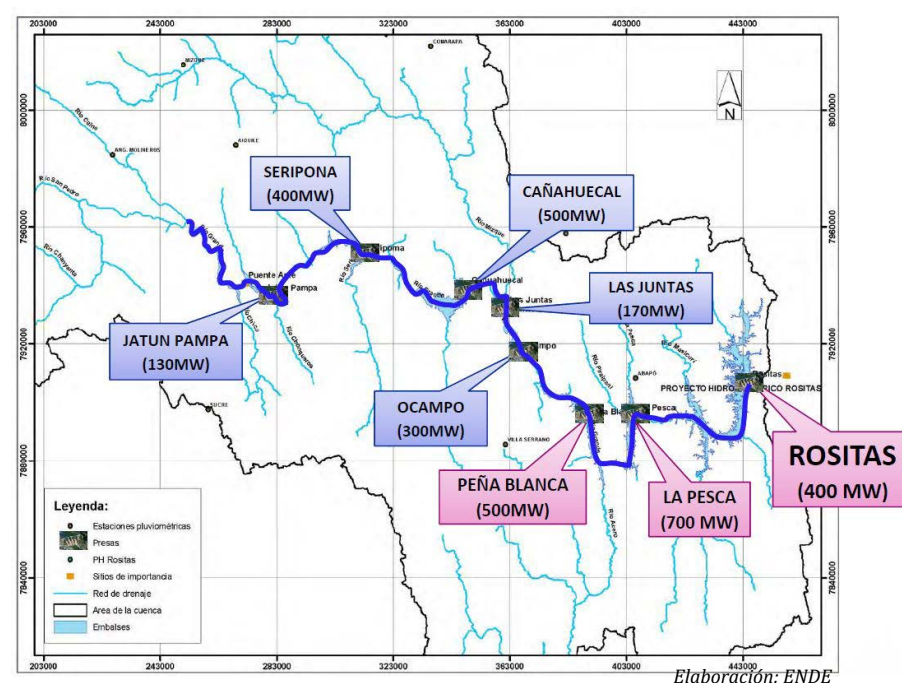
¿Será este el camino más apropiado para Bolivia? ¿Vale la pena invertir tanto dinero y provocar una serie de impactos sociales y ambientales en las regiones donde serán emplazadas las represas? ¿Qué perderemos si ejecutamos estos proyectos y cuál será realmente la ganancia?

En términos más generales: ¿la tendencia a nivel mundial es hacia un creciente mercado de exportaciones eléctricas o hacia una generación más local y distribuida a partir de energías renovables?

En síntesis, ¿Con estas mega hidroeléctricas Bolivia va a exportar y Vivir Bien o por el contrario exportar y morir?

Analicemos la información disponible en relación al Chepete y El Bala que proviene de las fichas ambientales y el Estudio de Identificación que elaboró Geodata por encargo de ENDE.

## COMPLEJO HIDROELÉCTRICO DE RÍO GRANDE - 3.072 MW



Elaboración: ENDE

# EL CASO DEL CHEPETE Y EL BALA

Veamos de manera resumida algunos datos relevantes del Chepete y El Bala a partir de los documentos elaborados por Geodata.

El proyecto estaría formado por dos hidroeléctricas sobre el río Beni: un primer componente estaría en la angostura del Chepete, 70 km aguas arriba de Rurrenabaque, y un segundo componente se encontraría cerca a la angostura de El Bala, 13,5 km aguas arriba de esa misma población.

La represa del Chepete elevaría el nivel del agua en 158 metros llegando a formar un lago a 400 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.). La presa flexible de El Bala elevaría el nivel del agua en unos 20 metros y su embalse estará a 220 m.s.n.m. A diferencia de la presa del Chepete que sería un muro de concreto, la presa de El Bala estaría formada por compuertas y generadores que estarían en medio del río.

El embalse del Chepete sería de 677 Km2, y el de El Bala abarcaría 94 km2. Ambos embalses inundarían un total de 771 Km2. Como referencia, la superficie de toda la mancha urbana de la ciudad de La Paz es de 149 km2. Es decir que los dos embalses cubrirían un área cinco veces superior a la mancha urbana de la ciudad de La Paz. Si el Lago Poopó no recupera su caudal, el Chepete sería el segundo lago más grande de Bolivia.

Dentro de las áreas inundadas por el Chepete y El Bala estarían 3.214 habitantes y en las áreas colindantes a los embalses 1.950. En total deberían ser relocalizadas 5.164 personas, en su absoluta mayoría indígena-campesinos. Esta cifra equivale a toda la población que vive de manera permanente en la ciudad de San Buenaventura.

En el área existen 424 especies de flora, 201 especies de mamíferos terrestres, 652 especies de aves, 483 especies de anfibios y reptiles y 515 especies de peces. Las fichas ambientales no precisan

que especies podrían desaparecer para siempre ni  
cuantos ejemplares de cada especie serían afectados.

Los Estudios de Identificación realizados por Geodata afirman: "Las altas concentraciones de sedimentos podrían afectar la operación de varias estructuras como captaciones, conducciones, embalses, turbinas, y otros componentes, debido a la acumulación y al efecto abrasivo de los sólidos".

Los embalses, caminos y líneas de transmisión eléctrica generarán una deforestación superior a las cien mil hectáreas.

Las fichas ambientales no cuantifican las emisiones de gases de efecto invernadero que se producirían por la pérdida de miles de árboles que actualmente almacenan dióxido carbono (CO<sub>2</sub>). Tampoco cuantifican las emisiones de gas metano (CH<sub>4</sub>) que se producirían por la descomposición de los árboles y la maleza bajo el agua de los embalses. Durante los primeros 20 años, las emisiones de gas metano (CH<sub>4</sub>) atrapan 72 veces más calor que el dióxido de carbono que es el principal causante del cambio climático.

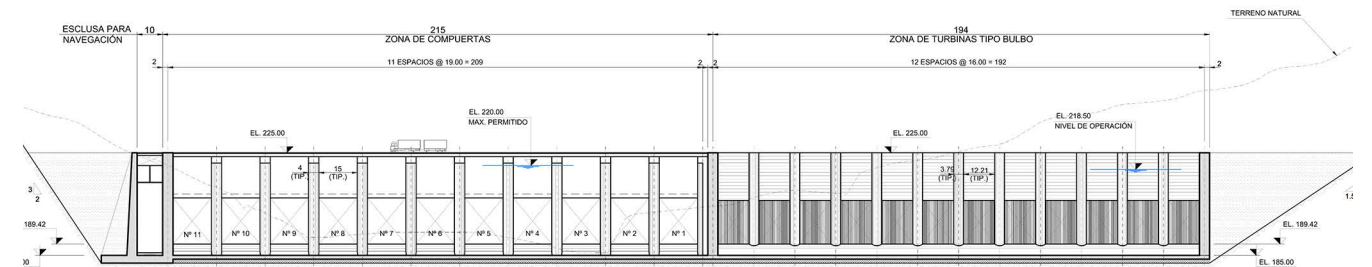
En el Chepete se utilizarían 4.700 toneladas de explosivos. Para transportar esa cantidad se necesitan más de 200 camiones con capacidad de 23 toneladas cada uno.

En el área a ser inundada se encuentra un patrimonio arqueológico de hace 4.000 años que aún no ha sido propiamente estudiado.

La magnitud del impacto en la salud humana que provocarían las aguas estancadas no es analizada en las fichas ambientales.

Los peligros para la salud humana y la biodiversidad por la concentración de mercurio en los embalses, no son analizados en las fichas ambientales. Aguas arriba del Chepete la minería del oro utiliza una cantidad importante de mercurio

## PERFIL LONGITUDINAL DE LA PRESA DE EL BALA



El impacto de las represas del Chepete y El Bala aguas abajo y a lo largo de toda la sub cuenca no es detallado en las fichas ambientales. Gran parte de los sedimentos y nutrientes que fertilizan las tierras aguas abajo quedarían atrapados en las presas afectando la producción agrícola, el ciclo de los peces y la biodiversidad en la región.

Una de las pocas medidas de mitigación que figura en los documentos anexos de la ficha ambiental es un ascensor y una escalera de peces para mitigar el impacto sobre los peces que nadan aguas arriba para colocar sus huevos y que súbitamente se encontrarán en el Chepete con una muralla de concreto de más de 158 metros de altura.

El Chepete tardaría seis años en construirse y tomando en cuenta que aún no se ha terminado el Estudio de Diseño Técnico de Preinversión y se requiere una licitación publica internacional, esta hidroeléctrica estaría recién en funcionamiento entre el 2025 y el 2030. Según ambas fichas ambientales, el componente hidroeléctrico de El Bala se construiría 10 o 15 años después del Chepete, es decir que estaría en operación alrededor del 2040.

Frente a estos datos que están en las fichas ambientales, el gobierno informa que la afectación sería menor al 1 o 2% de las áreas protegidas del Madidi y el Pilon Lajas. Esta es una media verdad ya que un porcentaje depende de cual sea el total al cual se está haciendo referencia. Por ejemplo, en relación al total de la superficie del departamento de La Paz (133.985 km<sup>2</sup>) la inundación del Chepete y El Bala (771 km<sup>2</sup>) sólo representaría un 0,005%.

Las fichas ambientales dividen el área inundada en tres partes y sólo toman en cuenta las dos áreas inundadas que estarían en las áreas protegidas. Por ejemplo, del total de 677 km<sup>2</sup> que tendría el embalse

del Chepete sólo toman en cuenta los 94 km<sup>2</sup> que inundarían el Madidi, y los 6 km<sup>2</sup> del Pilon Lajas. Luego, dividen estas superficies entre la superficie total de las áreas protegidas del Madidi (18.895 km<sup>2</sup>) y del Pilon Lajas (4.000 km<sup>2</sup>) para concluir que se trata de una afectación menor al 1%.

La tercer área de inundación en la represa del Chepete (577 km<sup>2</sup>) no es tomada en cuenta en el cálculo de porcentajes ,porque no estaría dentro de una de las dos áreas protegidas.

Varios territorios de pueblos y naciones indígenas que habitan la zona serían inundados o afectados en su libre transitabilidad. Ese es el caso de los Territorios Comunitarios de Origen de Mosetenes, Chimanes, Lecos, Tacanas, Uchupiamonas y otros que están legalmente reconocidos dentro del Estado Plurinacional de Bolivia. La nación indígena más afectada en su territorio sería la Moseten.

Así como no se puede valorar el impacto de la picadura de un mosquito diciendo que sólo afecta el 0,00001% del cuerpo humano, tampoco se puede reducir el impacto de una represa al área de inundación y menos jugar con porcentajes para invisibilizar sus graves efectos negativos.

El río Beni, el Amazonas, los valles, los yungas y el altiplano son parte de un todo articulado e interdependiente en el que la afectación de uno de sus elementos claves tiene efectos sobre los otros componentes de ese sistema.

De este recuento podemos concluir que estamos frente a un proyecto de gran afectación para la amazonia, los pueblos indígenas y otras poblaciones que habitan en la región. ¿Todo este daño ambiental puede compensarse con los réditos económicos que generaría el mega proyecto hidroeléctrico del Chepete y El Bala?



# LO QUE SABEMOS SOBRE LAS MEGA-HIDROELÉCTRICAS DE EL BALA Y EL CHEPETE

## ¿QUÉ SON?

2 MEGA REPRESAS CON EL FIN DE GENERAR ENERGÍA ELÉCTRICA, MÁS DE 17,500 GWH (3900MW DE POTENCIA).

## ¿DÓNDE SE ENCONTRARÁN?

EN EL RÍO BENI, QUE FORMA PARTE DE LA CUENCA AMAZÓNICA Y SE ENCUENTRA UBICADO ENTRE LOS DEPARTAMENTOS DE LA PAZ Y BENI.

## EL PRETEXTO

PRODUCIR ENERGÍA ELÉCTRICA PARA EXPORTAR, SIGUIENDO EL ESLOGAN DE "CONVERTIR A BOLIVIA EN EL CORAZÓN ENERGÉTICO DE SUDAMÉRICA".



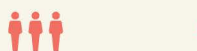

TERRITORIOS INDÍGENAS AFECTADOS

## ¿CUÁNTOS SERÁN DESPLAZADOS?

### DENTRO DEL EMBALSE

EL BALA  = 900  
CHEPETE  = 2,314

### ÁREAS COLINDANTES

EL BALA  = 290  
CHEPETE  = 1,660

\* EXPRESADO EN NÚMERO DE PERSONAS

UN TOTAL DE 5,164 

## ¿ES RENTABLE?

DURANTE LA ÚLTIMA DÉCADA, EL PRECIO DE COMPRA DE ENERGÍA EN BRASIL HA SIDO DE:

52 USD/MWH

EL COSTO DE PRODUCCIÓN DE CHEPETE SERÁ DE:

55 USD/MWH

EL COSTO DE PRODUCCIÓN DE EL BALA SERÁ DE:

81 USD/MWH

## NO ES RENTABLE

SEGÚN LA FICHA AMBIENTAL :

EL CHEPETE COSTARÁ 6,912 MILLONES DE DOLARES

EL BALA COSTARÁ 1,151 MILLONES DE DOLARES

UN TOTAL DE 8,063 MILLONES DE DÓLARES



EL BALA

94 KM<sup>2</sup>

DE INUNDACIÓN

CHEPETE

677 KM<sup>2</sup>

DE INUNDACIÓN

## PERSONAS

## PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO

## FLORA Y FAUNA



Y MUCHAS OTRAS ESPECIES.

## ASCENSOR Y ESCALERA DE PECES

UNA DE LAS POCAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PLANTEADAS POR LA FICHA AMBIENTAL ES EL ASCENSOR DE PECES, UNA OBRA CUYA UTILIDAD HA SIDO CUESTIONADA POR LOS PROFESIONALES DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS.



LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN IMPLICARÁ UNA DEFORESTACIÓN DESDE RURRENABAQUE HASTA CUIABÁ, BRASIL. ADEMÁS, EN LA FICHA AMBIENTAL NO SE CONTEMPLA EL PRECIO DE ESTA LÍNEA DE TRANSMISIÓN.



# INVIABILIDAD ECONÓMICA

El 27 de Julio del 2016, cuando se firmó con la consultora italiana Geodata el contrato para el Estudio a Diseño Final de la mega-hidroeléctrica de El Bala y el Chepete, el Ministro de Hidrocarburos y Energía anunció que este proyecto generaría 1.250 millones de dólares de ingresos anuales.

La cifra es por cierto muy significativa ya que el total de las exportaciones de Bolivia para el 2016, alcanzaría la cifra de 7.082 millones de dólares y las exportaciones de sólo hidrocarburos habrían sido de 2.115 millones de dólares. En otras palabras, las mega hidroeléctricas El Bala y el Chepete representarían más de las mitad de las exportaciones de hidrocarburos del año 2016.

Según sus fichas ambientales, el Chepete entraría en funcionamiento entre el 2025 y el 2030, tendría una potencia instalada de 3.300 MW y generaría anualmente 15.470 GWh. El Bala recién ingresaría en operaciones el 2040, tendría una potencia de 352 MW y una generación anual de 2.195 GWh.

De acuerdo a sus fichas ambientales, el Chepete costaría 6.912 millones de dólares y El Bala 1.151 millones de dólares, lo que hace un total de 8.063 millones de dólares. Esta cifra es superior en un tercio a los 6.000 millones de dólares de inversión que anuncian las autoridades. Según la ficha ambiental los 8.063 millones de dólares no incluyen la línea de transmisión de más de 1.000 km hasta Cuiabá, que es donde se estaría pensando vender la electricidad. Es de señalar que existen diferencias en las cifras de generación, inversión y otras en las fichas ambientales y en el Estudio de Identificación realizado por Geodata.

En síntesis, el costo total de los dos componentes (Chepete y El Bala) más la línea de transmisión al Brasil, según las fichas ambientales, estaría por encima de los 9.000 millones de dólares. Esta cifra es equivalente a casi una vez y media la actual deuda

externa de Bolivia que alcanzó el 2016 la cifra de 6.884 millones de dólares. Así mismo, esta inversión bordea casi la totalidad de nuestras reservas internacionales que en el 2016 bajaron a 10.081 millones de dólares .

En otras palabras sólo el Chepete y el Bala duplicarían nuestra deuda externa. Si a eso le añadimos Cachuela Esperanza, el complejo hidroeléctrico de Rio Grande y la binacional del rio Madera estaríamos por encima de los 25.000 millones de dólares. Esto significaría cuadruplicar nuestro actual endeudamiento externo.

Las fichas ambientales dicen que el 70% de la inversión del Chepete y El Bala se realizaría con financiamiento externo, pero no mencionan quien o quienes harían semejante inversión y cuáles serían las garantías que ofrecería el país.

### Los costos de amortización, operación y mantenimiento del Chepete

Según el Producto 4 del Estudio de Identificación del proyecto hidroeléctrico de El Bala y Chepete los costos de amortización, operación y mantenimiento de la hidroeléctrica del Chepete serían de 55 USD por Megawatt hora (MWh) para un financiamiento externo a una tasa de interés del 11,5 %.

Según Geodata los costos de amortización ascenderían en un período de 50 años a la cifra de 40.599 millones de dólares. Los costos de operación y mantenimiento para ese mismo período sumarían 1.781 millones de dólares. Esto significa que el costo total de amortización, operación y mantenimiento alcanzará en 50 años la cifra de 42.380 millones de dólares.

Durante estos 50 años el Chepete generaría 770.462 GWh (Gigawatts hora).

## COSTO ENERGÍA ESCENARIO DE 50 AÑOS

	COSTOS DE AMORTIZACIÓN <i>(Millones USD)</i>	COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO <i>(Millones USD)</i>	COSTO TOTAL 50 AÑOS <i>(Millones USD)</i>	GENERACIÓN ELECTRICIDAD <i>(MWh)</i>	COSTO ENERGÍA <i>(USD / MWh)</i>
CHEPETE	40.599	1.781	42.380	770.462.615	55
EL BALA	10.256	400	10.656	132.387.751	81

Fuente: Estudio de Identificación Proyecto Hidroeléctrico El Bala. Producto N° 4, Anexo 1, Estudio de Evaluación Financiera elaborado por Geodata.

A continuación Geodata divide el costo total entre la generación total. Esta operación le da la cifra de un costo energía de 55 dólares por MWh para el Chepete.

Geodata hace el mismo cálculo para El Bala (ver cuadro) y llega a un costo por MWh de 81 dólares.

Para que un proyecto sea rentable el costo de producción tiene que ser menor al precio de venta.

### ¿Cuál es el precio de compra en el Brasil?

En los estudios de Geodata a los que hemos tenido acceso no encontramos un análisis de los actuales precios de compra del Brasil. Sin embargo, el Ministro de Hidrocarburos y Energía de Bolivia en una declaración registrada en la nota de prensa UCOM-MHE-27-10-2016 señala que "el precio de compra en Brasil por generación de hidroeléctricas entre el 2005 a 2016 tiene un precio de \$us 52MW/hora".

En conclusión, ni el proyecto del Chepete ni el proyecto de El Bala serían rentables con el precio promedio de compra de la última década en el Brasil. El Chepete perdería 3 USD por MWh y El Bala 29 USD por MWh.

### ¿Cuál tendría que ser el precio de compra en el Brasil para que sean rentables?

Geodata hace todos sus cálculos sobre un precio de compra en el Brasil de 70 USD por MWh por un período de 50 años. A partir de este precio de compra Geodata afirma que el proyecto del Chepete sería rentable. De los cálculos de Geodata se desprende que la utilidad promedio anual sería de 231 millones de dólares.

En el caso de la hidroeléctrica de El Bala esta seguiría siendo deficitaria aún con un precio de compra de 70 USD por MWh. Por ello, Geodata señala en sus recomendaciones "aplazar el desarrollo de la central hidroeléctrica El Bala 220, hasta cuando las condiciones del mercado energético de Bolivia y del exterior indiquen la conveniencia de su puesta en marcha".

### ¿Subirá el precio de compra en el Brasil a 70 dólares por MWh para un período de 50 años?

En todos los documentos del Estudio de Identificación realizado por Geodata, a los que hemos tenido acceso, no encontramos ningún análisis de porque el precio de compra de energía de hidroeléctricas en el Brasil subiría a 70 USD por MWh a partir del 2025 para los próximos 50 años.

El gobierno antes de invertir 11,8 millones de dólares en un estudio a diseño final de ambas represas, primero debería realizar un estudio a fondo para ver si la hipótesis de 70 USD por MWh para el período 2025 - 2075 tiene un asidero.

Una inversión tan grande no se puede hacer sino existe un convenio y un contrato de venta al Brasil por un precio de 70 USD por MWh para los próximos 50 años.

# DISRUPCIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR

La edad de piedra no terminó por falta de piedras sino por la emergencia de la metalurgia del cobre y el bronce. Cada cierto tiempo se produce una innovación tecnológica que produce una ruptura radical con el pasado. Ese fue el caso de la telefonía celular que desplazó a los teléfonos fijos y de las computadoras que convirtieron en reliquias a las máquinas de escribir.

A estas tecnologías se las denomina disruptivas porque trastornan bruscamente el escenario imperante. Hoy la conjunción de: a) la expansión de la energía solar fotovoltaica, b) el desarrollo de la generación distribuida de electricidad a partir de pequeñas fuentes de energía solar, c) el crecimiento del almacenamiento de electricidad en baterías, y d) el incremento de autos eléctricos está provocando una disrupción solar.

## La expansión de la energía solar

La energía solar fotovoltaica ha sufrido un crecimiento exponencial en la última década. De 16 Gigavatios (GW) de potencia solar fotovoltaica instalada en el mundo el año 2008 hemos llegado a cerca de 230 GW en el 2015. Las previsiones afirman que la potencia instalada a nivel mundial de energía fotovoltaica puede alcanzar los 540 GW para el 2019. En América Latina y el Caribe, la energía fotovoltaica tenía el año 2015 sólo una potencia instalada de 2,2 GW comparada con 172 GW de las hidroeléctricas, sin embargo, mostraba el índice de crecimiento más acelerado. En términos relativos, la energía solar fotovoltaica creció el 2015 un 166% mientras las hidroeléctricas lo hicieron en un 3%.

La razón de este crecimiento exponencial está en la caída de los costos de la energía solar fotovoltaica. Las células solares de silicio cristalino han descendido desde 76,67 USD por vatio en 1977 hasta aproximadamente 0,36 USD por vatio en 2014. Los precios de los módulos solares están descendiendo un 20% cada vez que se duplica la capacidad de la industria fotovoltaica. Según la Agencia Internacional de Energía Renovable, el costo de las instalaciones solares de escala (incluyendo paneles solares, inversores, montaje e instalación) ya están por debajo de los 2.000 dólares por kW de potencia instalada (menos de 2 millones USD/MW), y

para el 2025 estarán por debajo de 1.000 dólares por kW (menos de 1 millón USD/MW). Cada mes salen nuevos reportes con costos de energía solar aún mas bajos.

En varios países, ya se está alcanzando la paridad de red que se logra cuando los costos de producción fotovoltaica son iguales o menores a los precios de la electricidad que paga el consumidor final.

Los proyectos de energía solar fotovoltaica a escala más competitivos han empezado a distribuir regularmente la electricidad por sólo 8 centavos de dólar por kWh sin apoyo financiero, en comparación con un rango de 4 a 14 centavos de dólar de las centrales eléctricas a combustibles fósiles.

Actualmente la electricidad producida en instalaciones solares conectadas a la red tiene un costo de 0,05 a 0,10 USD/kWh en Europa, China, India, Sudáfrica y Estados Unidos.

En 2015, se alcanzaron nuevos mínimos en proyectos en Emiratos Árabes Unidos (0,0584 USD/kWh), Perú (0,048 USD/kWh) y México (0,048 USD/kWh). En mayo del 2016, una subasta solar en Dubái atrajo precios tan bajos como 0,03 USD/kWh.

## Generación distribuida por consumidores

Pero además de la disminución de los costos de inversión y los precios de venta, la energía solar fotovoltaica está produciendo una revolución en la forma de generar electricidad. En el año 2010, más del 80% de los 9.000 MW de energía fotovoltaica que tenía Alemania en funcionamiento estaba instalado sobre tejados. Los consumidores de electricidad están pasando a ser productores de energía eléctrica a través de pequeños sistemas fotovoltaicos. Los costos de estos pequeños sistemas han caído en Alemania de 7.200 USD por kW en el 2008 a 2.200 USD por kW en el 2014.

Esta generación a través de pequeños sistemas de electricidad fotovoltaica no es sólo para el autoconsumo, sino para vender a la red. Esto se conoce como balance neto: un esquema por el cual el pequeño productor residencial se conecta a la red y vende la energía fotovoltaica en las horas de mayor radiación solar para luego comprar electricidad

durante la noche. A través del balance neto, la compañía eléctrica que proporciona electricidad durante las horas de oscuridad descuenta de la factura los excedentes de electricidad que compra del pequeño sistema fotovoltaico durante las horas de sol. En un principio, estos pequeños sistemas residenciales gozaban de incentivos, sin embargo, estos subsidios comienzan a ser reducidos o suprimidos por la disminución de los costos de los módulos fotovoltaicos.

La generación distribuida de electricidad a partir de pequeños productores locales de energía solar o eólica reducirá la dependencia de las compañías eléctricas, disminuirá significativamente la cantidad de energía que se pierde en la red eléctrica y hará innecesario el transporte de electricidad a lo largo de cientos o miles de kilómetros.

## El almacenamiento de la electricidad

Por más de un siglo la electricidad ha sido un bien de consumo inmediato. Lo que se produce se debe consumir en el acto. Las baterías eran para artefactos pequeños, y el almacenaje en grandes cantidades de electricidad no estaba al alcance por razones económicas y tecnológicas. Esta realidad está cambiando. Cada vez más se puede almacenar electricidad en grandes cantidades para usarla en las horas de mayor demanda. Esto hará obsoletas las plantas de generación más costosas y contaminantes que entran en las horas pico, y abaratará el costo de la electricidad durante todo el día. El informe de Bloomberg New Energy Finance, “Las previsiones de almacenamiento de energía a nivel mundial, 2016-2024” estima que los costos de almacenamiento por kWh bajarán de un promedio de USD 400 en la actualidad a USD 200 en el 2020, llegando a USD 160 o menos en el 2025.

## El incremento de autos eléctricos

El año 2015 se superó la barrera del millón de carros eléctricos hasta llegar a la cifra de 1,26 millones de autos vendidos a nivel mundial. Esta cifra es cien veces superior a los autos eléctricos que había en el 2010 y es el doble de los carros eléctricos que se tenía en el 2014. A diferencia de los motores a combustión

interna que sólo tienen una eficiencia del 17% al 21%, los motores eléctricos tienen una eficiencia del 85% al 99%. En el 2015, ya habían 190.000 estaciones públicas de recarga para vehículos eléctricos en varios países del mundo. Muchas de estas estaciones son gratuitas y se autoabastecen con energía solar.

## ¿Será negocio la exportación de electricidad?

La propuesta de convertir a Bolivia en centro energético de Suramérica exportando electricidad a Sudamérica va a contra mano de la tendencia a la generación y consumo local de electricidad que se irá imponiendo cada vez más en los próximos 15 años. Exportar electricidad no será el gran negocio del mañana porque cada país avanzará en sus propios proyectos nacionales y locales de generación de electricidad a base de energía solar y eólica. Instalar grandes líneas de transmisión para transportar electricidad por más de mil kilómetros será cada vez más un resabio del pasado. Esto no quiere decir que los cables de alta tensión desaparecerán de la noche a la mañana, seguirán existiendo así como lo hacen los cables de teléfono, pero ¿a quién se le ocurriría hoy instalar miles de kilómetros de cables telefónicos cuando existe ya la telefonía celular?

Pretender exportar electricidad en un mundo que avanza hacia la generación distribuida de electricidad es anacrónico y antieconómico. La incorporación de una tecnología solar y eólica cada vez más barata no encarecerá los precios de la electricidad sino todo lo contrario. Los proyectos eléctricos a base de combustibles fósiles, energía nuclear o mega hidroeléctricas cada vez tendrán que competir con unos costos de generación más bajos de estas tecnologías renovables. Muchos megaproyectos subsistirán porque sus altas inversiones ya fueron realizadas y en algunos casos amortizadas.

La tendencia es a que cada vez se hagan menos mega proyectos de generación hidroeléctrica, nuclear o en base a combustibles fósiles. Para el año 2030 casi todos los nuevos proyectos de generación eléctrica que se emprendan en el mundo serán a base de energía solar o eólica.



FUNDACIÓN Solón

### Equipo de producción:

Pablo Solón, José Carlos Solón,  
Carlos Gastelú Villanueva

Diseño general y diagramación: Valeria Arancibia

www.fundacionsolon.org

E-mail: info@fundacionsolon.org

Tel: 591-2-2417057

Dirección: Casa Museo Solón,  
Av. Ecuador N° 2517, La Paz, Bolivia

   Fundación Solón



## ACTIVIDADES DE PROYECTO

Impactos Positivos      ① = Bajo      ② = Moderado      ③ = Alto  
Impactos Negativos      ① = Bajo      ② = Moderado      ③ = Alto

Adquiera una reproducción de los murales de Solón y apoye a la Fundación Solón (Precio 100 Bs.)