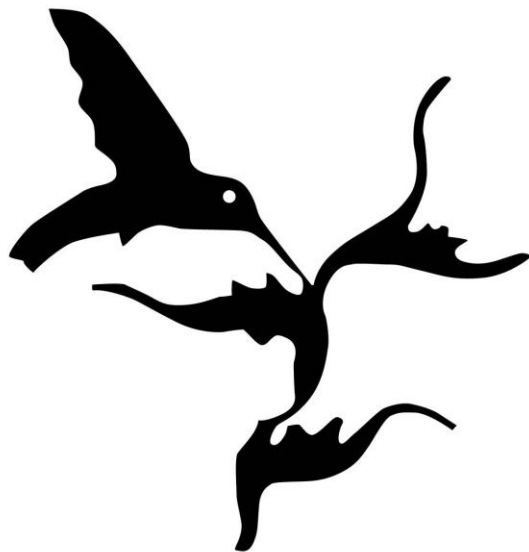


**instituto de
ecología**



Universidad Mayor de San Andrés

VISTA PREVIA / EARLY VIEW

DESCRIPCIÓN BREVE

Este editorial ha sido aceptado para su publicación en la revista *Ecología en Bolivia* y se ha sometido a una revisión por pares completa, pero no se ha realizado a través del proceso de composición tipográfica, paginación y corrección de pruebas, lo que puede generar diferencias entre esta versión y la Versión de registro. Por favor, cite este artículo como Ribera A., M.O. 2018. Las mega represas no son energía limpia. *Ecología en Bolivia* 53(1): xxx-xxx (Vista previa/early view). Este aporte está protegido por derechos de autor. Todos los derechos reservados. Marzo 2018.

Editorial**Las mega represas no son energía limpia**

Megadams are not clean energy

Marco Octavio Ribera Arismendi

Abdón Saavedra 2615, Sopocachi. La Paz, Bolivia

its.iki2016@gmail.com

Con mayor frecuencia se maneja el concepto erróneo de considerar a las grandes represas hidroeléctricas como generadoras de energía limpia y como una alternativa a la producción de energía por termoeléctricas y sus elevadas emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Es ampliamente conocido, que especialmente las que usan carbón son responsables del mayor porcentaje de emisiones de gases de efecto invernadero a nivel global. Las que funcionan en Bolivia exclusivamente usan gas natural y producen la mayor proporción de energía eléctrica del sistema nacional.

Si bien el gas natural es el menos contaminante de los combustibles fósiles, las termoeléctricas que lo usan son evidentemente contaminantes (Barreas & Lozano 2012, Mastrángelo 2012, Green Peace España 2015) aunque en menor proporción que las de carbón, que en promedio una termoeléctrica tradicional por cada kWh generado emite 0.850 kg de CO₂. Si se usan las de ciclo combinado (como la de Entre Ríos en Bolivia) el nivel de emisiones se reduce sustancialmente: en promedio, por cada kWh generado emite 0.35 kg de CO₂. Diversos cálculos indican que en promedio, 1.000 MW generados por una termoeléctrica normal, generan alrededor de 8.500

toneladas de CO₂/día, esto es algo más de 3 millones de toneladas de CO₂ al año; las termoeléctricas a carbón pueden emitir hasta el doble de gases de efecto invernadero (GEI). De acuerdo a estimaciones de Lizarazu & Lordemann (2013), las emisiones de GEI en Bolivia en 2007 fueron de 10.412.000 Tn de CO₂ equivalente y para 2025, las proyecciones serían de 18.584.000 Tn. Pero estas cifras se refieren, no solo a plantas generadoras de termoelectricidad, sino a todos los sectores emisores, incluida la deforestación y el cambio de uso del suelo, que son las mayores contribuyentes de GEI. No existen inventarios actualizados de GEI para el país, el último dato proviene del período 2002-2004 y que recién fue publicado el 2008 (MMAA-VMMABCC 2009); tampoco se ha encontrado información específica sobre las emisiones de GEI de las plantas termoeléctricas que funcionan en Bolivia. En conclusión, las termoeléctricas son y seguirán siendo contaminantes a pesar de las adecuaciones tecnológicas y además, usan un combustible que se agota, aunque si se las ha considerado como una alternativa menos contaminante al uso de carbón.

Las aseveraciones erróneas sobre el carácter de energía limpia que se confiere a las mega represas hidroeléctricas se basan únicamente en los reportes y estudios sesgados mal intencionados de tecnócratas que tratan de demostrar las supuestas bajas emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de las hidroeléctricas con mediciones parciales o en los precarios estudios de impacto ambiental de las mega represas que igualmente minimizan los niveles de emisiones y distorsionan la información. En los últimos años los reportes y estudios de Fearnside (1995, 2008, 2009, 2014), Lima *et al.* (2008), Pueyo & Fearnside (2011), Arana (2009), Abril (2009), Guérin *et al.* (2008), Kemenes (2008) y otros investigadores de talla internacional han demostrado todo lo contrario.

Según un estudio del Instituto de Ciencias del Clima (IC3) y del Instituto Nacional de Investigaciones Amazónicas (INPA de Brasil) del Brasil (Pueyo & Fearnside *et al* 2011), la

emisión de gases que contribuyen al "efecto invernadero" de las centrales hidroeléctricas y en especial en zonas tropicales, es cuatro veces superior a lo que se creía hasta ahora, Dicho estudio hecha por tierra la fama de "energía limpia" que se pretendía dar a las mega represas e indica que éstas emiten ingentes cantidades de metano a la atmósfera, un gas que contribuye más al efecto invernadero y al calentamiento global de la Tierra, que el dióxido de carbono (CO₂).

Muchos reportes que minimizaban las emisiones de los embalses de represas provenían de lecturas parciales de difusión de gases desde la superficie de los lagos artificialmente creados.

Otros estudios incluyen las emisiones de las superficies de los embalses por ebullición (burbujas) y difusión, pero no las emisiones que se producen cuando el agua rica en metano surge (bajo presión) desde la camada más profunda en la columna de agua a través de las turbinas y aliviaderos, que pueden sobrepasar el doble del total (Abril, 2009; Fearnside, 2008, 2009, 2014; Kemenes *et al* 2008).

Estudios realizados en el Brasil por el INPA (caso represas Balbina y Samuel), permitieron confirmar que la mayor parte del metano sale debajo de las represas y no de la superficie de los lagos artificiales por difusión. Arana (2009) también menciona que el consumo de oxígeno disuelto en el proceso de descomposición, combinado con la estratificación térmica relativamente permanente del reservorio, daría lugar a una capa inferior profunda desprovista de oxígeno, conocida científicamente como "hipolimnio anóxico", donde se producirán cantidades significativas de metano disuelto. Es decir, que el metano se concentra en la parte inferior del agua (agua retenida) y sale por las compuertas de la represa fluyendo libremente con el agua retenida. Las burbujas suben desde el fondo del embalse y la desgasificación del agua es liberada a través de turbinas y vertederos. Adicionalmente, los embalses tropicales con poca cantidad de agua en los que las burbujas tienen menos tiempo para oxidarse tienden a aportar las más altas emisiones de metano. Es así que por cada hectárea de agua un embalse hidroeléctrico es una

fuerza sustancialmente mayor de metano que un lago común, debido a una diferencia crucial: El agua que sale del embalse se extrae de la parte inferior en lugar de la superficie. Tanto lagos naturales y embalses emiten metano a través de burbujas y difusión (emanación) en la superficie, pero en el caso de una represa existe una fuente adicional de metano a partir del agua que pasa a través de las turbinas y aliviaderos. Éstos toman agua por debajo de la termoclina, donde está saturado de metano.

Los gases de efecto invernadero disueltos en el embalse que no son liberados en el vertedero o en la turbina pueden ser emitidos a la atmósfera corriente abajo. Investigaciones de Guérin *et al.* (2008, cit. por IE 2008), reportaron emisiones elevadas de CO₂, metano y óxido nitroso en hasta 40 km aguas abajo del dique de la represa Petit Saut en la Guiana Francesa. Ivan Lima *et al.* (2008) del INPA calcularon que las grandes represas del mundo (que miden más de 15 m) emiten anualmente 104 millones de toneladas métricas de metano desde la superficie del embalse, turbinas, vertederos y ríos corriente abajo. Este cálculo implica que las emisiones de metano de las represas como una actividad humana, aportan al menos el 4% al total del calentamiento global. Concluyen que al comparar las plantas hidroeléctricas con otras fuentes de generación de energía y en particular las tropicales, se deduce que el impacto puede ser mucho peor que el provocado por las plantas más sucias de combustible fósil. Por su parte, las investigaciones de Pueyo & Fearnside (2011) aseguran que muchos estudios realizados sobre el tema de emisiones de represas subestimaron en casi un 80% de las emisiones; por tanto, sesgaron la información en favor de las mega represas hidroeléctricas, y concluyen que estas centrales son fábricas de metano, con un nivel de emisiones similar o mayor que el de las centrales térmicas más contaminantes, como las de carbón.

Un aspecto importante para Bolivia es considerado por Abril (2009) respecto a la región de inundación del Río Beni y la confluencia con el Río Mamoré, donde hay mucha sedimentación y

aguas blancas ricas en nutrientes, dicha alta cantidad de sedimentación en ríos de agua blanca de material fino y material orgánico se presenta un contexto propicio para la producción de grandes cantidades de metano. Esto llama mucho la atención, pues se relaciona con la cuenca donde están precisamente El Bala y el Chepete.

Además de las emisiones generadas, cuando las represas están en funcionamiento, Fearnside (2014) menciona muy acertadamente que se deben contabilizar las emisiones de carbono antes y durante la construcción de una mega represa, pues implica las inmensas cantidades de cemento, acero y combustible que se utilizan en las mega obras hidroeléctricas. Por las enormes dimensiones de las mega represas estas emisiones son mucho mayores que las de una instalación equivalente para generar la misma cantidad de electricidad de combustibles fósiles o de fuentes alternativas como la eólica y solar.

Las proyecciones de impacto que realiza Arana (2009) para el mega proyecto Ñambari en la Amazonia peruana (y que afortunadamente fue desestimada) en base al modelo BCL (Biome Carbon Loss) desarrollado por el Ivan Lima, permiten visualizar el impacto de las mega represas en zonas tropicales. Son de especial importancia para Bolivia, pues dicha zona es muy similar a la del Bala –Chepete. El mega proyecto hidroeléctrico de Ñambari iba a inundar 46.000 ha de bosque tropical sumidero de carbono e iba a ser una importante fuente de emisión de gases de efecto invernadero, al punto que las emisiones totales del Perú, podían incrementarse en un 5.8%. Las proyecciones de Arana para Ñambari mostraron que el pico de las emisiones al inicio del funcionamiento de la mega represa iban a ser de 7 millones de toneladas de carbono como CO₂ y metano; y aún después de un período de 100 años, las emisiones anuales serían de 3.5 millones de toneladas de GEI. Aun cuando las estimaciones de Arana (2009) estuviesen algo sobreestimadas y las potenciales emisiones puedan ser menores, las cifras seguirían siendo elevadas. Otros estudios corroboran estas cifras proyectadas (Fig. 1). Según IE (2008), el promedio neto de

las emisiones de los embalses tropicales supera el doble que el de las centrales convencionales de carbón. La represa Balbina (en la Amazonia central del Brasil) es una de las más conocidas, que inundó una vasta porción de bosques para producir una cantidad relativamente pequeña de electricidad, aun así, las emisiones netas del embalse superan con mucho a las de una central térmica de carbón. Las emisiones anuales de la represa Balbina - producto de descomposición de la parte de los árboles que sobresale del agua - fue calculada en 6.4 millones de toneladas de carbono en forma de CO₂ y metano (Fearnside 1995) y 2.5 millones de toneladas para Tucuruí en el río Tocantins. En tanto que el máximo nivel de emisiones de GEI que se estima para Belo Monte está alrededor de 9.6 millones de toneladas de carbono. En el caso del embalse de Balbina en Brasil, las emisiones de metano corriente abajo equivalen al 3% del total de metano liberado de toda la planicie de inundación de la Amazonia central.

Si bien el máximo de las emisiones de GEI se producen en los primeros años de funcionamiento de las represas, hay investigaciones que indican que las emisiones son todavía altas años después. Un equipo internacional de investigadores (Parekh 2011) que midió las emisiones en los embalses subtropicales de Nam Ngum y Nam Leuk (en Laos) halló que las emisiones de GEI aún son significativas luego de 10 años del embalsado.

Adicionalmente, Fearnside (2014) hace referencia al enorme pico de emisiones en los primeros años que crea una "deuda" a ser lentamente pagada en la medida (llegar a punto cero) en que la generación de energía de la represa reemplaza la generación de energía a partir de combustibles fósiles en los años subsiguientes y que pueden ser varias décadas. Este tiempo de deuda es crucial para la Amazonia que está fuertemente amenazada por los efectos del cambio climático. Una fuente de energía que lleva muchas décadas para llegar al punto cero de equilibrio en términos de calentamiento global, erróneamente puede considerarse como "energía verde".

Es importante enfatizar que ni El Bala, ni Chepete, ni Cachuela, como tampoco Rositas o Riberao en el Madeira serán ejemplos de energía limpia, porque emitirán ingentes cantidades de gases de efecto invernadero a la atmósfera (mucho más que las termoeléctricas en funcionamiento o previstas), aumentando el calentamiento global y haciendo más crítico los efectos del cambio climático.

Referencias

- Abril, G. 2009. Evaluación de impactos ambientales de grandes hidroeléctricas en regiones tropicales: El caso del río Madera. Pp. 44-51. En: Memoria Evaluación de Impactos Ambientales de Grandes Hidroeléctricas en Regiones Tropicales: El Caso del Río Madera, 19 y 20 de mayo de 2009, WWF-Bolivia, La Paz. CDROM.
- Arana, M.C. 2009. La represa de Iñambari y las emisiones de los gases de invernadero. [Bank Information Center, Artweb, Lima. 13 p. www.bankinformationcenter.org](#).
- Barreras, F. & A. Lozano. 2012. Uso de combustibles fósiles: las centrales térmicas Antonio Lozano. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología y Consejo Superior de Investigación Científica, Universidad de Zaragoza, Zaragoza. <http://www.energia2012.es>
- Coaquira, S.T. 2010. Análisis ambiental de la política energética boliviana. Centro de Estudios Para el Desarrollo Laboral y Agrario, Serie Investigaciones de la Plataforma Energética, La Paz. 124 p.
- Fearnside, P.M. 1995. Hydroelectric dams in the Brazilian Amazon as sources of 'greenhouse' gases. *Environmental Conservation* 22(1): 7-19.
- Fearnside, P.M. 2008. Hidrelétricas como "fábricas de metano": O papel dos reservatórios em áreas de floresta tropical na emissão de gases de efeito estufa. *Oecologia Brasiliensis* 12(1): 100-115. doi: 10.4257/oeco.

- Fearnside, P.M. 2009. Impactos de presas hidroeléctricas en la Amazonía. pp. 30. En: Memoria Evaluación de Impactos Ambientales de Grandes Hidroeléctricas en Regiones Tropicales: El Caso del Río Madera, 19 y 20 de Maio de 2009, WWF-Bolivia, La Paz. CDROM.
- Fearnside, P.M. 2014. Análisis de los principales proyectos hidro-energéticos en la región amazónica. Derecho, Ambiente y Recursos Naturales y Centro Latinoamericano de Ecología Social, Lima y Montevideo. 39 p.
- Green Peace España. 2015. Las trampas del carbón. Informe sobre las centrales térmicas de carbón en España, Madrid. 32 p.
- Guérin, F., A.G. Tremblay & A. Delmas R. 2008. Nitrous oxide emissions from tropical reservoirs. *Geophysical Research Letters* 35(6), L06404, doi:10.1029/2007GL033057
- Inchauste, S.C. 2010. Hacia una política de industrialización del gas natural en Bolivia. Centro de Estudios Para el Desarrollo Laboral y Agrario, Serie Investigaciones de la Plataforma Energética, La Paz. 202 p.
- IE (International Rivers). 2008. Represas sucias. Las represas y las emisiones de gases de efecto invernadero. Resumen digital. www.internationalrivers.org/
- Kemenes, A., B. Forsberg & J. Melack. 2008. Hidreléctricas eo aquecimiento global. *Ciência Hoje*, Enero / Febrero, 3 p.
- Lima, I.B.T., F.M. Ramos, L.A.W. Bambace & R.R. Rosa. 2008. Methane emissions from large dams as renewable energy sources: a developing nation perspective. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 13: 193–206. Doi 10.1007/s11027-007-9086-5
- Lizarazu, R. & J.A. Lordemann. 2013. Escenarios de emisión de gases de efecto invernadero CO₂ en el sector energético en Bolivia. *Revista Latinoamericana de Desarrollo Económico* (19): 77- 98.

- Lopez, L.C. & V. Sanchez. 2007. Diagnóstico de las centrales termoeléctricas en Colombia. Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, Universidad de la Salle, Bogotá. 229 p.
- MMAyA-VMMABCC (Ministerio de Medio Ambiente y Agua – Viceministerio de Medio Ambiente, Bosques y Cambio Climático). 2009. Inventario de gases de efecto invernadero en Bolivia 2002-2004. Estado Plurinacional de Bolivia, La Paz. 241 p.
- MHE (Ministerio de Hidrocarburos y Energía). 2016. Rendición pública de cuentas, parcial. Estado Plurinacional de Bolivia, Sector Electricidad, La Paz. 156 p.
- Marín, C.E. & C.J.M. Molina. 2007. El gas en la producción de electricidad en España. *Nimbus* 19-20): 72-97.
- Mastrángelo, S. 2012. Conceptos de generación termoeléctrica: Combustibles utilizados e impactos ambientales. *Boletín Energético* (11): 1-5.
- Miller, J.P. & C. Van Atten. 2004. Emisiones atmosféricas de las centrales eléctricas en América del Norte. Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte, Montreal y Quebec. 93 p.
- Parekh, P. 2011. Avances en el campo de las emisiones de embalses. Un informe sobre la investigación y las directrices recientes. *International Rivers*, Berkeley. 15 p.
- Pueyo, S. & P.M. Fearnside. 2011. Emissões de gases de efeito estufa dos reservatórios de hidrelétricas: Implicações de uma lei de potência.): pp. 227-237. En: Fearnside, P.M. (ed.) *Hidrelétricas na Amazônia: Impactos Ambientais e Sociais na Tomada de Decisões sobre Grandes Obras*. Vol. 2. INPA, Manaus.
- Ramos, F.M., L.A. Bambace, I.B.T. Lima, R.R. Rosa, E.A. Mazzi & P.Fearnside. 2008. Methane stock in tropical hydropower reservoirs as a potential energy source. *Netherlands Climatic Change Springer Link* 93: 1. <https://doi.org/10.1007/s10584-008-9542-6>

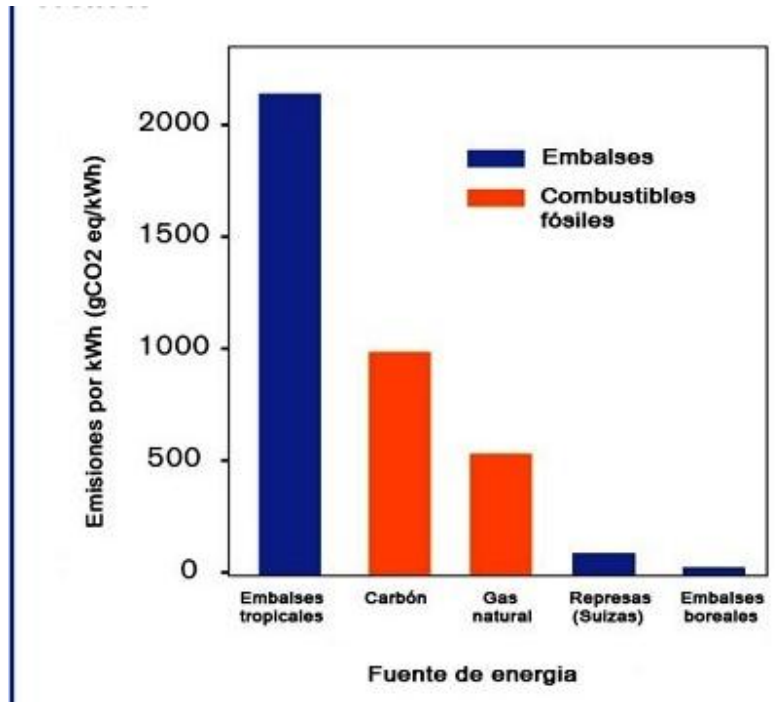


Figura 1. Comparación entre emisiones provenientes de embalses y combustibles fósiles (IEA 2008).