

**PROLIFERACIÓN DE LAS
REPRESAS HIDROELÉCTRICAS EN LA
AMAZONÍA ANDINA Y SUS IMPLICACIONES PARA LA
CONECTIVIDAD ANDES-AMAZONÍA**

**Matt Finer, Ph.D.
Clinton N. Jenkins, Ph.D.**

Traducción al español:
Rebecca Hollender

De PLoS ONE
Abril 2012

***SAVE AMERICA'S FORESTS
SAVE THE WORLD'S FORESTS***

Proliferación de las represas hidroeléctricas en la Amazonía andina y sus implicaciones para la conectividad Andes-Amazonía

Edición en español

Traducción al español: Rebecca Hollender, Diseño, Editor: Carl Ross
Foto de la portada: Cascada de San Rafael, Ecuador ©Matt Terry

Matt Finer^{1,2*}, Clinton N. Jenkins³

1 Save America's Forests, Washington D.C., United States of America, 2 Center for International Environmental Law, Washington D.C., United States of America, 3 Department of Biology, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, United States of America

Resumen

Debido a la creciente demanda energética y al gran potencial hídrico del neotrópico, el número de proyectos hidroeléctricos en esa región ha ido aumentando rápidamente. Dicho patrón se evidencia en la húmeda y rugosa Amazonía andina, donde los gobiernos regionales han priorizado la construcción de nuevas represas hidroeléctricas en sus planes energéticos de largo plazo. En la actualidad, y a pesar de dicho aumento, los nuevos proyectos hidroeléctricos no cuentan con una evaluación adecuada del impacto ecológico que pudieran tener a nivel regional y a la escala de cuenca. Esta falta de planificación estratégica es especialmente problemática dada la íntima relación entre los Andes y la planicie aluvial amazónica la cual constituye en su conjunto, una de las zonas más ricas en especies del Planeta. Este estudio examinó los posibles impactos ecológicos de la proliferación planificada de represas hidroeléctricas en todos los tributarios andinos del Río Amazonas en términos de conectividad fluvial y pérdida de bosque. A partir de los datos de los portafolios de represas existentes y previstas y de los datos de carreteras y sistemas de líneas de transmisión, se elaboró un nuevo marco conceptual para evaluar los impactos relativos a las represas planificadas. En este momento existen planes para construir 151 nuevas represas de más de 2 MW en los próximos 20 años, lo cual constituiría un aumento de más de 300% en el número de represas existentes. Las nuevas represas se ubicarían en cinco de los seis principales tributarios andinos del Río Amazonas. Nuestro análisis de impacto ecológico concluyó que el 47% de las futuras represas tendrían un alto impacto ambiental y el 19% de ellas un impacto bajo. El sesenta por ciento de las represas planificadas resultarían en la primera ruptura importante en la conectividad entre las cabeceras andinas protegidas y las tierras bajas de la Amazonía. Más del 80% impulsarían procesos de deforestación a través de carreteras nuevas, líneas de transmisión o inundación. El estudio termina con una discusión de las tres grandes implicaciones políticas de estos hallazgos. 1) La necesidad crítica de realizar evaluaciones estratégicas a fondo de las represas a nivel regional y a la escala de cuenca. 2) La necesidad urgente de contar con un plan estratégico para mantener la conectividad Andes-Amazonía. 3) La necesidad de reconsiderar la energía hidroeléctrica como fuente de energía de bajo impacto en el neotrópico.

Citación: Finer M, Jenkins CN (2012) Proliferation of Hydroelectric Dams in the Andean Amazon and Implications for Andes-Amazon Connectivity. PLoS ONE 7(4): e35126. doi:10.1371/journal.pone.0035126

Edición: Martin Krkosek, University of Otago, New Zealand

Recibido 3 noviembre 2011; **Aceptado** 13 marzo 2012; **Publicado** 18 abril 2012

Derechos de autor: © 2012 Finer, Jenkins. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia de Atribución Creativa Común, lo cual permite el uso, distribución y reproducción por cualquier medio, cuando el autor y fuente original estén reconocidos.

Financiamiento: Ésta investigación fue apoyada por la National Geographic Society Committee for Research and Exploration, Blue Moon Fund, Gordon and Betty Moore Foundation, Threshold Foundation, y Conservation, Food and Health Foundation. Jenkins fue apoyado por una beca: NASA Biodiversity Grant (ROSES-NNX09AK22G). Los financiadores no tuvieron un rol en el diseño del estudio, la colección y análisis, decisión de publicar, ni preparación del documento.

Competencia de intereses: Los autores han declarado que no existen competencia de intereses.

*Correo electrónico: matt.finer@gmail.com

Edición en español © Save America's Forests

www.SaveAmericasForests.org • www.Yasuni.org • www.WesternAmazon.org

Save America's Forests • Save the World's Forests

Carl Ross, Director

4 Library Court, SE • Washington, DC 20003 • 202-544-9219

INTRODUCCIÓN

Una fracción, cada vez menor, de los ríos del mundo se mantienen no afectados por los seres humanos, con las represas como causa principal de interrupción [1,2]. Casi dos tercios de los grandes ríos en el mundo se encuentran fragmentados por represas [3], dejando pocos grandes sistemas fluviales que fluyen libremente. Con una alta concentración de represas en el tercio norte del mundo [1,4], el neotrópico se ha vuelto una principal frontera para la construcción de nuevas represas [5-9].

La energía hidroeléctrica representa una fuente confiable para la producción doméstica de electricidad en los países neotropicales, además de una posibilidad para diversificar sus fuentes de energía más allá de las plantas termoeléctricas y el uso de combustibles fósiles. Sin embargo, las represas pueden resultar en impactos ecológicos y sociales significativos tanto río abajo como río arriba del sitio de la represa [10,11]. En el año 2000, la Comisión Mundial de Represas destacó la importancia de las evaluaciones estratégicas para minimizar tales impactos ambientales y sociales [11]. Estas evaluaciones son escasas en las regiones tropicales [5,7,8] y muchas veces restringidas por la disponibilidad limitada de información sobre los proyectos potenciales y por su ubicación [12].

Se desarrolló una evaluación estratégica de impacto ecológico de las represas hidroeléctricas planificadas en los seis principales tributarios andinos del Río Amazonas (Caquetá, Madeira, Napo, Marañón, Putumayo y Ucayali). La región geográfica se extiende sobre cinco países: Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador y Perú, lo cual permite un análisis transfronterizo de cuencas enteras. Dos análisis globales recientes de ríos y recursos hídricos indican que la Amazonía enfrentaba solamente bajos a moderados niveles de amenaza [2,3], pero dichos estudios sólo consideran represas existentes. Éste estudio, en primer lugar, considera los posibles impactos ecológicos en términos de conectividad y pérdida de bosque de los portafolios gubernamentales de proyectos propuestos en los ríos que conectan los Andes a la Amazonía. Se evaluaron los datos precisos de ubicación de todas las represas hidroeléctricas planificadas superiores a 2 MW de capacidad para estimar los impactos regionales en relación a las represas existentes, carreteras, líneas de transmisión, áreas protegidas y territorios indígenas titulados.

La falta actual de planificación estratégica se ha convertido en un factor importante en la gestión de problemas en la Amazonía andina. El Río Amazonas ha estado íntimamente ligado a la cordillera de los Andes desde hace más de 10 millones de años y rupturas mayores en esta conectividad podrían traer impactos severos e imprevisibles [13]. Los Andes suministran la gran mayoría de los sedimentos, nutrientes y materia orgánica a la cuenca principal del Amazonas, alimentando un ecosistema de planicie aluvial que está entre los más productivos del Planeta [13-18]. Muchas especies de peces amazónicos económicamente y ecológicamente importantes desovan únicamente en ríos alimentados por tributarios andinos, entre ellas varias que migran desde tierras bajas hasta los pies de montaña [5,13,14,19,20]. Entre los peces migratorios de larga distancia hay numerosos bagres de gran tamaño (por ejemplo, *Brachyplatystoma rousseauxii* y *Pseudoplatystoma fasciatum*) y carácidos como *Prochilodus nigricans* [13]. La Amazonía andina también contiene algunos de los bosques y ríos más ricos en especies del Planeta [21]. La documentación sobre la región destaca la extraordinaria riqueza de los taxones más estudiados, es decir de anfibios, aves, mamíferos y plantas vasculares [22] y los altos niveles de endemismo de peces pocos-estudiados [19]. Por lo tanto, cualquier pérdida de bosque o impacto sobre los ríos impulsado por represas es de alta preocupación.

La alta precipitación anual junto con la topografía rugosa crean un gran potencial para la energía hidroeléctrica en la región amazónica andina [13,23]. Los gobiernos de Ecuador, Perú y Bolivia, según

Proliferación de las represas hidroeléctricas en la Amazonía andina

informes oficiales de planificación, están priorizando la energía hidroeléctrica como el enfoque central de sus planes a mediano y largo plazo para satisfacer la demanda futura de energía. La proyección de la demanda interna, más de 7.000 MW adicionales hasta 2020 en los tres países, proviene del creciente consumo de energía a nivel nacional y los esfuerzos para reemplazar las plantas termoeléctricas. Los factores energéticos regionales también son importantes. Brasil busca satisfacer las crecientes demandas energéticas de los próximos 20 años. La relativamente plana Amazonía brasilera es menos favorable para la energía hidroeléctrica ya que ésta forma de producción de energía requiere un gradiente de altura. Por lo tanto, los proyectos de Brasil tienden a requerir grandes embalses poco profundos, los cuales son propensos a sedimentación e inundan áreas extensas [24]. Perú ha firmado un acuerdo bilateral para suministrar al menos 6.000 MW de energía hidroeléctrica de sus represas amazónicas a Brasil en los próximos 30 años [20]. Bolivia también está planificando varias represas nuevas para el año 2020 principalmente con la finalidad de exportar energía a países vecinos.

Se recogieron datos sobre la ubicación, estado y tamaño de las represas directamente de agencias gubernamentales e informes de planificación estratégica (ver Material y Métodos). Los proyectos fueron divididos en dos categorías de estado: existente y planificada, con una indicación de los proyectos en una etapa de planificación avanzada contractual. Se dividió el tamaño de proyecto en tres categorías de capacidad energética: mediana (2-99 MW), grande (100-999 MW) y mega (≥ 1.000 MW).

Para estimar el impacto ecológico de las represas planificadas, elaboramos un marco multifactorial centrado en la pérdida de conectividad de los ríos y pérdida de bosque causada por la infraestructura relacionada a la represa. Este marco permitió identificar a represas que 1) representarían una nueva e importante fuente de fragmentación de los ríos en relación a las represas existentes, 2) interrumpirían la conectividad de los ríos de flujo libre que vinculan cabeceras andinas protegidas a las tierras bajas de la Amazonía, 3) requerirían nuevas carreteras o 4) rutas de líneas de transmisión, o 5) serían una causa directa de impactos ambientales significativos (por estar dentro de un área protegida nacional o en una ruta de migración de larga distancia de peces, o por resultar en la inundación de al menos 100km^2 de bosque). Para las carreteras y líneas de transmisión, utilizamos un criterio de distancia para identificar únicamente aquellos proyectos que requerirían nuevos sistemas mayores y no los que necesitarían adiciones de infraestructura menor. Al sumar los puntajes resultantes de cada factor, se definió las represas que respondieron positivamente al menos tres factores como alto impacto, a dos factores como impacto moderado y entre cero a un factor como bajo impacto. Ver los Material y Métodos para más detalles.

Este marco se basa en una serie de conclusiones importantes con respecto a los impactos ecológicos de las represas e infraestructura relacionada. La fragmentación de los ríos y la pérdida subsiguiente de la conectividad es uno de los impactos principales [5,6,11,12,25-28]. Por lo tanto, es importante tener en cuenta tanto la ubicación de las represas dentro de un sistema de ríos y su ubicación una respecto a la otra como el número y tamaño de las represas [7,8]. Las represas también pueden causar la inundación de bosques, lo cual resulta en la emisión de gases de efecto invernadero [11,29-31], especialmente represas de alturas bajas donde se requieren grandes embalses. La construcción de caminos de acceso y líneas de transmisión para nuevas represas también puede conducir a la pérdida de bosque, especialmente en regiones remotas donde sería necesario construir nuevos sistemas extensivos. Nuevas rutas de acceso de este tipo, sobre todo las carreteras, son ampliamente documentadas por ser conductores de deforestación tropical [32].

RESULTADOS y DISCUSIÓN

Actualmente existen 48 represas con una capacidad mayor a 2MW en la Amazonía andina, con planes para construir unas 151 más de ese tipo en los próximos 20 años (Tabla 1; Figura 1; ver Figura S1 un mapa ampliado con represas indicadas). Casi 40% (59) de las represas planificadas están en etapas avanzadas de planificación. 53% (80) serían de 100MW o mayor, un aumento potencial de 6.5 en número de represas grandes. Actualmente solo existe una mega-represa en la Amazonía andina (en Ecuador), pero existen planes para construir 17 represas adicionales. Este análisis no incluye las represas menores a 2 MW de capacidad debido a la falta de data consistente y comprehensiva sobre tales pequeñas represas. La documentación indica que existen 85 represas pequeñas y 22 planificadas, principalmente en Ecuador y Perú.

Los proyectos hidroeléctricos existentes y planificados se concentran en áreas de topografía de alto relieve (Figura 1). La gran mayoría de las represas planificadas (84%) se encuentran por encima de los 500m de altura, la altura promedio donde inician las faldas de los Andes. Sin embargo, las 21 represas planificadas que están por debajo de los 400m de altura (ver Figura S2) son las que tienen mayor probabilidad de crear áreas extensas de inundación e impactar a los peces que migran largas distancias. Unas 45 represas adicionales entre 400 y 1000m de altura (Figura S2) pueden afectar a los peces que migran largas distancias [20,23], pero se excluyó esto como un factor en el análisis ecológico debido a la falta de datos definitivos.

Proliferación de las represas hidroeléctricas en la Amazonía andina

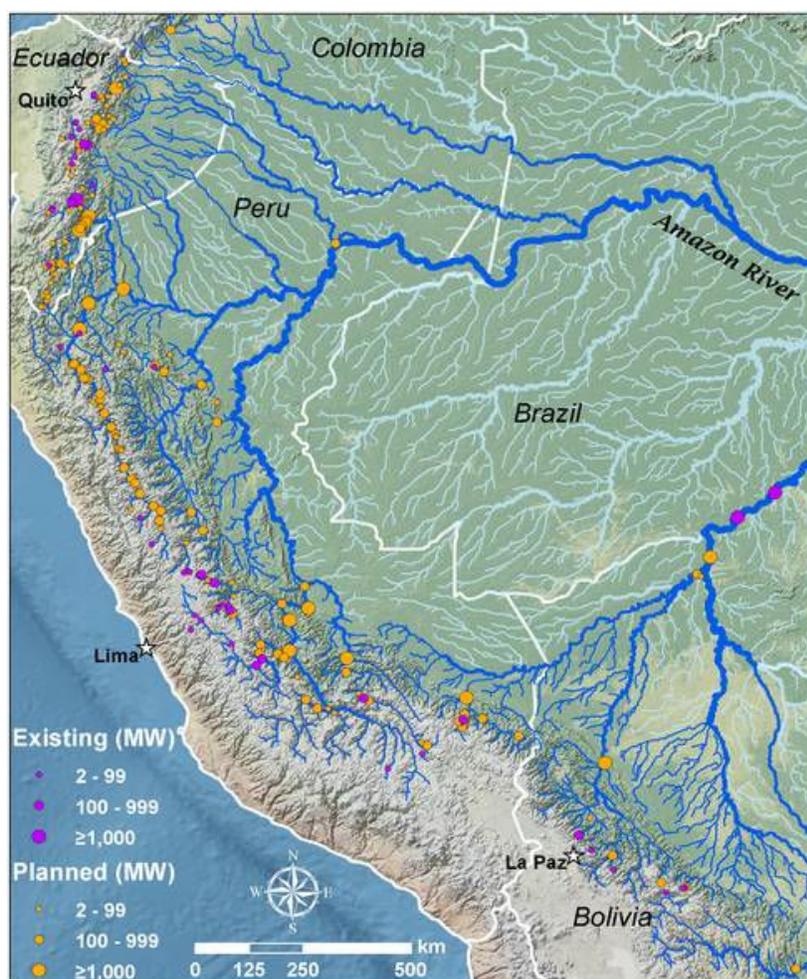


Figura 1. Represas hidroeléctricas de la Amazonía andino.

Represas clasificadas por estado (Existente y Planificada) y tamaño (2–99 MW, 100–999 MW y $\geq 1,000$ MW de capacidad). doi:10.1371/journal.pone.0035126.g001

Pais	Existente	Planificada	Capacidad (MW)	Cuenca	Existente	Planificada
Perú	0	10	≥ 1000	Maranon	1	6
	7	43	100-999		3	330
	19	26	2-99		19	42
	26	79	Total		23	81
Ecuador	1	5		Ucayali	0	4
	3	13			6	15
	12	42			10	11
	16	60			16	30
Bolivia	0	2		Napo	0	2
	1	6			0	4
	5	2			2	13
	6	10			2	19
Colombia	0	0		Madeira tributarios	0	3
	0	1			2	11
	0	1			5	5
	0	2			7	19
All countries	1	17		Caqueta	0	0
	11	63			0	
	36	71			0	0
	48	151s			0	1
			Putumayo	0	0	

Tabla 1. Resumen de represas existentes y planificadas en la Amazonía andina por país y cuenca

doi:10.1371/journal.pone.0035126.t001

Resultados por país

Entre los cuatro países de la Amazonía andina, Perú tiene la mayoría de las represas existentes (26) y planificadas (79) con potencia mayor a 2 MW (Tabla 1; Figura S3). Aunque dos tercios de las represas existentes tiene una capacidad menor de 15 MW, hay una clara tendencia hacia la construcción de represas más grandes: dos tercios de las represas planificadas son grandes o mega-proyectos (Tabla S1). La represa existente más grande en Perú tiene una capacidad de 798 MW. Sin embargo hay 11 proyectos planificados que exceden esta capacidad. Casi la mitad de todas las represas planificadas en Perú ya están en etapas avanzadas de planificación, lo cual evidencia el gran interés del país en la energía hidroeléctrica.

Ecuador está en segundo lugar con en cuanto al número de represas existentes (16) y planificadas (60) (Tabla 1, Figura S4). Sólo cuatro de las represas existentes tienen una capacidad mayor a los 100 MW, incluyendo la única represa actual en los Andes amazónica que supera los 1.000 MW, pero 18 de las represas planificadas son grandes, incluyendo cinco mega-represas (Tabla S1). Treinta por ciento de las represas previstas están en etapas avanzadas de planificación.

Bolivia cuenta con menos represas existentes (6) y planificadas (10) (Tabla 1; Figura S5), aunque varias de las ya existentes están en complejos de múltiples represas. Aunque sólo una represa existente supera los 100 MW, ocho de las previstas son grandes o mega-represas.

La Amazonía colombiana no cuenta con represas y sólo una represa grande ha sido propuesta (Figura S4). Sólo se pudo encontrar información definitiva sobre la planificación de una represa mediana, pero un informe reciente indica que pudieran haber más [33]. La falta tanto de represas existentes como de represas en etapas avanzadas de planificación coincide con un resultado previo sobre el sector de hidrocarburos, mostrando que Colombia es la zona más prístina de los Andes Amazónico desde la perspectiva de desarrollo energético [34].

Resultados por cuenca

Las nuevas represas amenazan con romper el libre flujo de cinco de los seis principales tributarios andinos del Río Amazonas (Caquetá, Madeira, Napo, Marañón, Putumayo y Ucayali). Los ríos que se ven más amenazados son los que nacen en Ecuador y el norte de los Andes peruanos, mientras que los ríos que nacen en Colombia están menos amenazados (Tabla 1, Figura 2A).

Más de la mitad (81) de todas las represas planificadas se encuentran en el Río Marañón y sus tributarios (incluyendo los ríos Huallaga, Pastaza y Zamora) en Ecuador y Perú (Tabla 1; Figura S6). Gran parte de la energía hidroeléctrica existente para Ecuador proviene de cuatro grandes represas en dos afluentes del norte del Marañón, pero el resto del sistema del río es de flujo libre. Sin embargo, existen planes para contruir más de 60 represas nuevas a lo largo de estos tramos de flujo libre. En abril de 2011, la administración saliente del presidente Alan García emitió un decreto declarando que era de interés para la nación construir 20 de estas represas, todas ubicadas en el curso principal del río. Cada una de las 20 represas prioritarias en el Marañón excederían 100 MW, entre ellas tres mega-represas nuevas (Escuprebraga, Rentema y Manseriche). Cabe destacar un grupo de grandes y mega-represas planificadas en el río Zamora y la primera represa grande en el Huallaga.

Proliferación de las represas hidroeléctricas en la Amazonía andina

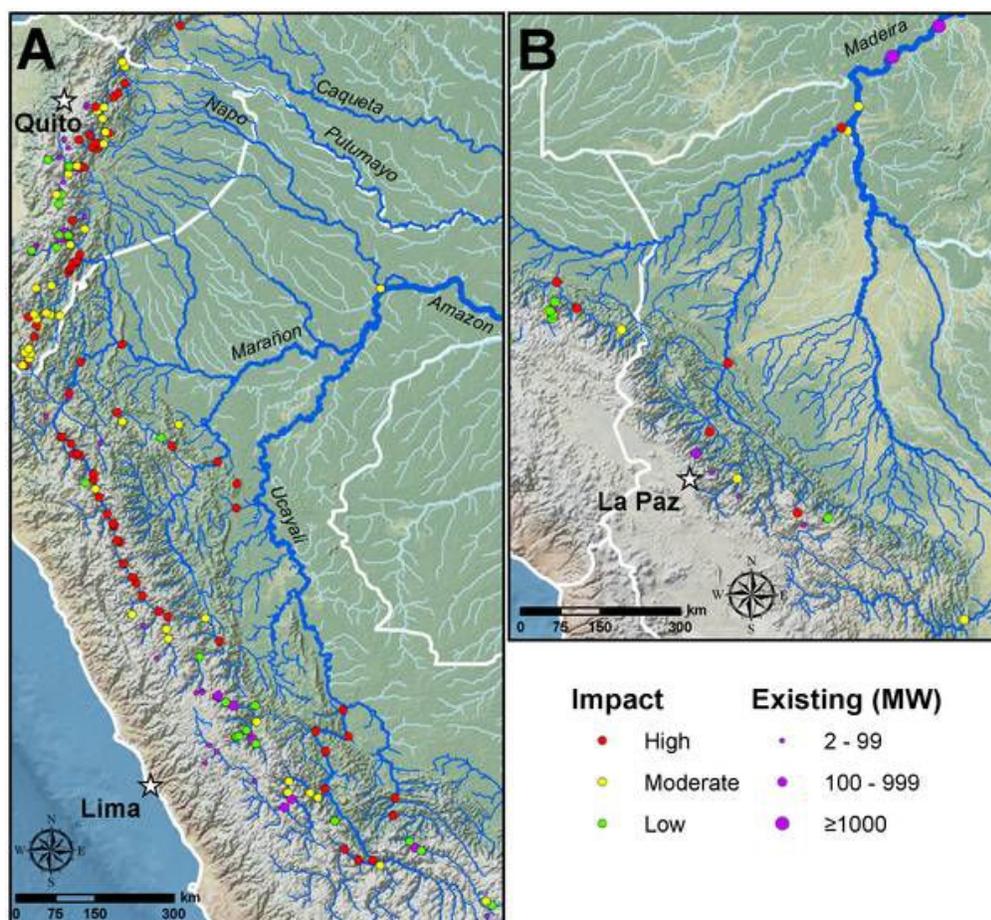


Figura 2. Resultados del análisis ecológico (A) Resultados para tributarios originarios de los Andes peruanos, colombianos, ecuatorianos y en el norte. (B) Resultados de tributarios originarios de Bolivia y los Andes del sur peruano. doi:10.1371/journal.pone.0035126.g002

El complejo hidroeléctrico del Río Ucayali en Perú tiene la segunda tasa más alta de número de represas planificadas con un total de 30 nuevos proyectos (Tabla 1, Figura S7). Seis grandes represas en los tributarios superiores del Ucayali ya proveen gran parte de la energía hidroeléctrica en Perú. Hay planes para 19 represas grandes adicionales entre ellas cuatro mega-represas cerca de la confluencia de los dos ríos principales que forman el curso principal del Ucayali (Tambo y Urubamba). Cuatro de estas represas (Mainique, Paquitzapango, Tambo 40 y Tambo 60) son las más discutidas en términos de proyectos ofrecidos en el marco del acuerdo energético Perú-Brasil.

El sistema del Río Napo es casi de libre flujo en su totalidad. Las únicas represas existentes tienen una capacidad menor a los 10 MW y no están ubicadas en ríos principales (Figura S8). Sin embargo, hay 19 represas adicionales que están previstas, entre ellas cuatro represas grandes y dos mega-represas (Tabla 1). Entre ellas está la mayor mega-represa prevista para la Amazonía ecuatoriana: Coca Codo Sinclair. Sólo una de las represas del Río Napo, Mazan, está fuera del Ecuador. Esta represa se encuentra cerca de Iquitos, Perú, y vale mencionar que los diseños iniciales no prevén la construcción de represas sobre el Río Napo. En vez, se desviaría una porción del agua para la producción de energía [35].

En Colombia, el Río Putumayo es el único de los grandes tributarios del Río Amazonas que nace en los Andes sin represas existentes o planificadas mayor a 2 MW de capacidad. El Río Caquetá tampoco tiene represas existentes, pero sí una en etapa de planificación (Andaquí). Sin embargo, el ministerio de

Medio Ambiente de Colombia negó la licencia ambiental para Andaquí en 2009.

La conectividad entre la Amazonía y los Andes de Bolivia y el sur de Perú se está rompiendo debido a la construcción de dos mega-represas en Brasil en el curso superior del Río Madeira (Santo Antonio y Jirau) (Figura 2B, la figura S9). Catorce grandes y mega-represas adicionales están planificadas para los tributarios del Madeira. Una de éstas, la polémica Inambari de Perú, junto con las cuatro represas anteriormente mencionadas, es uno de los proyectos frecuentemente discutidos en el acuerdo energético Perú-Brasil. Las tres represas más grandes planificadas en Bolivia (Río Madera, Angosto del Bala y Cashuela Esperanza) también están diseñadas para la exportación de energía. La cadena de cuatro represas en la frontera entre Bolivia y Brasil -Santo Antonio, Jirau, Río Madera y Cashuela Esperanza- son los únicos proyectos hidroeléctricos en el área del estudio directamente asociados con la Iniciativa IIRSA (un mecanismo institucional para la coordinación de acciones intergubernamentales de los países sudamericanos en transporte, energía y proyectos de comunicación).

Análisis de impacto

El análisis de impacto ecológico clasificó a 71 (47%) de las represas planificadas como de alto impacto, 51 (34%) de impacto moderado, y 29 (19%) de bajo impacto (Figura 2, Tabla 2). En cuanto a factores individuales (Tabla S1), el 82% de las nuevas represas representarían un evento de fragmentación alto o moderado, mientras que el 60% resultaría en la primera ruptura importante en la conectividad entre las cabeceras andinas protegidas y las tierras bajas de la Amazonía. La deforestación sería un problema importante para muchas represas, con un 36% que requerirían nuevas carreteras y 79% que necesitarían nuevas rutas para líneas de transmisión (Tabla S1). 11 represas afectarían directamente a un área protegida.

	Impacto Ecológico (N ° de represas)			Impacto Bajo (MW)	Impacto Mod (MW)	Nueva demanda por 2020 (MW)	Demanda 2020 se reunió por bajo / mod
	Bajo	Mod.	Alto				
Perú	18	19	42	1473	3565	3526	143%
Ecuador	10	26	24	1074	1015	3200	65%
Bolivia	1	5	4	127	3662	650	583%
Colombia	0	1	1	0	2	-	-
TOTAL	29	51	71	2674	8244	7376	148%

doi: 10.1371/journal.pone.0035126.t002

Tabla 2. Resumen del impacto estimado de la energía ecológica y la capacidad potencial de las represas de bajo y moderado impacto con relación a la demanda proyectada para 2020

Algunos ejemplos de represas de alto impacto incluyen: Andaquí en Colombia, la cual representaría la primera ruptura importante en la conectividad del Río Caquetá e inundaría un Parque Nacional; Coca Codo Sinclair en Ecuador, que sería la primera interrupción importante del flujo de sedimentos río abajo para un tributario importante del Río Napo (la migración de peces hacia río arriba está bloqueada de forma natural en este lugar por la Cascada de San Rafael) y requeriría la construcción extensiva de carreteras y líneas de transmisión en un bosque primario; las cinco represas en el Perú asociadas con el acuerdo energético Perú-Brasil (Inambari, Mainique, Paquitzapango, Tambo 40 y Tambo 60) debido a las inundaciones, fragmentación, e infraestructura necesaria; varias de las grandes represas planificadas para el Río Marañón sobre todo el Manseriche, por ser la primera ruptura importante en la conectividad del curso principal y por los impactos en peces migratorios; Angosto del Bala y Cashuela Esperanza en Bolivia por inundaciones extensivas, incluyendo impactos significativos en el Parque Nacional Madidi en el caso de la primera. Las represas de impacto bajo son principalmente aquellas que se aprovechan de la infraestructura existente para minimizar la fragmentación de los ríos y la construcción de carreteras, tales como las represas Sopladora y Cardenillo en Ecuador y Curibamba y San Gabán III en Perú.

Proliferación de las represas hidroeléctricas en la Amazonía andina

Algunos de los proyectos más controvertidos implican impactos directos para comunidades indígenas. Las comunidades que se encuentran río arriba de las nuevas represas enfrentan inundaciones y problemas de desplazamiento, mientras que las comunidades río abajo pudieran verse afectadas por la interrupción del flujo natural del río [36]. Como primer paso en la evaluación de estos impactos sociales, se evaluó las represas en relación con territorios indígenas titulados. Cuarenta represas (26%) se construirían directamente río arriba o río abajo de un territorio indígena (Tabla S1). Notablemente, el análisis de impacto ecológico caracterizó a todas salvo una de estas represas por tener un impacto alto o moderado. No se incluyó este factor formalmente en el marco ecológico ya que este tema tiene una larga historia de construcción hacia un marco social. La Organización Internacional de Trabajo y el Convenio 169 sobre Pueblos Indígenas y Tribales (169 de la OIT) de 1989--un instrumento internacional ratificado por los cuatro países andinos amazónicos--requiere la consulta con comunidades afectadas, con el objetivo de lograr consentimiento [37]. La ley de la consulta de Perú, 2011, se basa explícitamente en el OIT 169 [38] y la Constitución de Ecuador, 2008, establece la consulta libre, previa e informada [39]. Además, la Declaración sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas de las Naciones Unidas, 2007, declara que la consulta con comunidades afectadas se debe realizar con el fin de obtener su consentimiento libre e informado antes de aprobar cualquier proyecto de desarrollo que afecte a los recursos hídricos [40].

Trabajo futuro

Un trabajo futuro podría profundizar el análisis mediante la incorporación de datos sobre otros factores ecológicos y sociales importantes. Datos adicionales sobre el tamaño de los embalses y asociadas inundaciones podrían mejorar la precisión del análisis de impacto. Debido a la falta de información, sólo se tomó en cuenta los reservorios más grandes que resultarían en la inundación de al menos 100 km² de bosque. También sería necesario incorporar mejores datos sobre rutas de larga distancia de peces migratorios, dado que se usó una medida conservadora sobre las áreas documentadas que afectarían la migración.

Un análisis profundo sobre la ubicación de represas nuevas en relación a ecosistemas específicos podría ayudar a dilucidar otros impactos ecológicos posibles. Se realizó un análisis inicial empleando los Datos Globales Eco-regionales [41] y Sistemas Ecológicos definidos por NatureServe [42,43]. Las Eco-regiones son un sistema de clasificación de escala amplia global, mientras los Sistemas Ecológicos representan un sistema más refinado para la región Andes-Amazonia. Se encontró que las represas existentes y planificadas se encuentran en 14 Eco-regiones y 30 Sistemas Ecológicos respectivamente (Tabla S2), pero un trabajo más extenso sería necesario para determinar con precisión los impactos relativos.

Es cada vez más urgente lograr un mejor entendimiento de los impactos de las represas en los Andes rugosos, un centro mundial de endemismo [44]. Sitios rugosos, altamente adecuados para represas, pueden ser lugares de mayor probabilidad de especiación localizada. Por ejemplo, un estudio reciente estima que casi el 40% de las especies de peces en los Andes tropicales son endémicos de la región [19]. Además, muchas de las represas andinas son proyectos estilo “run-of-river” que desvían el agua del canal principal varios kilómetros antes de devolver el agua río abajo. Los estrechos desaguados frecuentemente experimentan reducciones significativas de flujo y, junto con el área río abajo donde se reintroduce el agua desviada, se convierten en ambientes radicalmente diferentes [7]. Ya que los datos de distribución, cada vez más disponibles, indican que los peces andinos tropicales figuran entre los vertebrados menos estudiados en el mundo [19], sería importante considerar la ubicación de las represas andinas con relación a las especies de rango restringido [45].

Implicaciones políticas

Estos hallazgos tienen tres importantes implicaciones políticas. En primer lugar, mientras los gobiernos regionales promuevan la energía hidroeléctrica como pieza central de sus planes de energía a largo plazo, un cambio hacia una planificación y evaluación más estratégica de múltiples factores pudiera reducir los impactos ecológicos potencialmente profundos. En el sistema actual de evaluación de impacto ambiental al nivel de proyecto, típico del neotrópico, los proyectos se evalúan principalmente en forma individual previo a la construcción [8]. Del mismo modo, el nuevo Protocolo de Evaluación de la Sostenibilidad de Energía Hidroeléctrica [46] se centra principalmente en proyectos individuales [47,48]. Por el contrario, nosotros promovemos un marco para evaluar los impactos en términos de conectividad y pérdida de bosque en escalas regionales y de cuenca. Creemos que esta estructura podría ser una herramienta útil para los gobiernos para incorporar datos de cuencas enteras, y especialmente en el tema complejo de análisis transfronterizo. Con los esfuerzos activos de descentralización en la región, se ha reducido gran parte de la planificación al nivel departamental/provincial, lo cual dificulta aún más el análisis estratégico transfronterizo. Nuestro enfoque podría permitir que los tomadores de decisiones complementen la planificación localizada con datos regionales para identificar más eficazmente cuál serían las ubicaciones más sostenibles y más destructivas para la construcción de nuevas represas. Si no, bajo el escenario actual, la planificación y construcción de represas en la Amazonía andina continuará de forma caótica, enfocada al nivel de proyecto con poca consideración para la perspectiva regional más amplia.

En segundo lugar, existe la clara necesidad de contar con un plan estratégico para mantener la conectividad de flujo libre desde los Andes hasta las tierras bajas de la Amazonía. Se trataría de salvaguardar los principales sistemas fluviales restantes del desarrollo de energía hidroeléctrica desde las cabeceras hasta los estuarios, una tarea complicada por la trayectoria transfronteriza de los ríos que nacen en los Andes. Ahora ya que el curso principal del Río Madeira está perdiendo su conectividad debido a la construcción de dos mega-represas, hay una mayor importancia y urgencia de estudiar con más detalle las represas proyectadas para los Ríos Marañón, Ucayali, Napo y Caquetá con el fin de garantizar suficientes tramos de libre flujo entre los Andes y la Amazonía. Esta iniciativa probablemente requerirá la creación de una comisión multi-país, dado que no se conoce ninguna entidad encargada de evaluar cuestiones que afectan a todas las cuencas andino-amazónicas. Perú cuenta con dos entidades nacionales que pudieran servir como potenciales promotores de esta iniciativa: el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (<http://www.iiap.org.pe>) y el Consejo Interterritorial de la Amazonía (<http://www.ciam.org.pe>). Ambas trabajan para recopilar y analizar información sobre los límites departamentales en Perú, y expandir este trabajo a través de fronteras nacionales podría ser una extensión natural de dichas instituciones.

En tercer lugar, la escasez de sitios de represas de bajo impacto (sólo el 19%) encontrados en este estudio contradice la idea que la energía hidroeléctrica en el neotrópico es una fuente de energía de bajo impacto. Las instituciones e instrumentos que apoyan la construcción de represas neotropicales, como las instituciones financieras internacionales y el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), deberían considerar la amplia gama de factores que se examinó aquí durante las evaluaciones de proyectos. De lo contrario, los ríos y bosques tropicales pudieran estar cada vez más en riesgo por estrategias bien intencionadas para mitigar el cambio climático. Por ejemplo, la energía hidroeléctrica es actualmente el tipo de proyecto más común que compite por los créditos de carbono a través del MDL [49].

Los países andinos podrían satisfacer un porcentaje considerable de sus demandas energéticas proyectadas solo priorizando represas de bajo, y tal vez de moderado impacto (Tabla 2). Las cuencas no-amazónicas de estos países también poseen potencial hidroeléctrico considerable. Replicando nuestro

análisis en estas zonas, se podría identificar proyectos adicionales de bajo impacto para complementar la producción hidroeléctrica del Río Amazonas.

MATERIAL Y **M**ÉTODOS

Se recolectó información sobre represas hidroeléctricas existentes y propuestas de dos fuentes: (1) directamente de los ministerios gubernamentales a través de solicitudes oficiales de información, y (2) informes gubernamentales disponibles al público. En cada país, se presentaron solicitudes de datos oficiales a los ministerios gubernamentales competentes durante el año 2010, y luego se dio seguimiento a las solicitudes hasta recibir los datos.

Para cada proyecto de represa hidroeléctrica en cada país, se identificó la ubicación, el estado del proyecto (existente o planificado) y el tamaño (en megavatios). Para identificar el estado del proyecto se distinguió entre proyectos existentes, proyectos en etapas de planificación avanzada y proyectos ya bajo un proceso contractual. Para identificar el tamaño del proyecto se utilizó la capacidad en megavatios como la medida constante debido a la falta de datos consistentes por otras posibles medidas, por ejemplo el tamaño de la pared de la represa, el tamaño del reservorio, el tipo general (embalse vs. “run-of-river”) o el flujo de agua impactada. Se clasificaron las represas en tres categorías: mediana (2-99 MW), grande (100-999 MW) y mega (≥ 1000 MW). Se omitieron del análisis todas las represas de 2 MW debido, en gran parte, a la falta de datos consistentes y compresivos sobre tales pequeñas represas. También se omitieron las represas para riego y agua potable debido a la falta de datos consistentes entre países.

Para Ecuador, los datos sobre las represas hidroeléctricas existentes y planificadas se obtuvieron de la Dirección de Planificación del Consejo Nacional de Electricidad, CONELEC. Los proyectos en estados avanzados estaban los siguientes tipos de proceso de contratación: contrato, certificado y trámite. Las ubicaciones de las represas hidroeléctricas menos avanzadas eran del Inventario de Recursos Energéticos del Ecuador con Fines de Generación Eléctrica 2009 [50]. La información adicional para los planes futuros se recogió en el Plan Maestro de Electrificación 2009–2020 [51]. La demanda de energía eléctrica proyectada para 2020 se basó en el Escenario "Medio" del Plan de Electrificación 2009-2020 Maestro [51].

Para Perú, los datos de las represas hidroeléctricas existentes y planificadas se obtuvieron del Departamento de Electricidad del Ministerio de Energía y Minas. Los proyectos avanzados estaban bajo los siguientes tipos de procesos contractuales: definitiva y temporal. Información sobre las represas hidroeléctricas menos avanzadas se obtuvo de la Evaluación del Potencial Hidroeléctrico Nacional 1973-1982 [52], la elaboración de resúmenes ejecutivos de Centrales Hidroeléctricas con Potencial para Exportar a Brasil [53] y Decreto Supremo 020-2011-EM [54]. La información adicional sobre los proyectos hidroeléctricos existentes y futuros fue obtenida del Anuario Estadístico de Electricidad 2008 [55] Sector Eléctrico 2009: Documento Promotor [56], Plan Referencial de Electricidad 2008 - 2017 [57] y el Portafolio de Proyectos de Generación y Transmisión en el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional [58]. El estado de todos los proyectos fue verificado el 1 de junio de 2011. La proyección de demanda de energía eléctrica para 2020 se basó en el “Escenario de Demanda Medio” desde el Plan Referencial de Electricidad 2008-2017 [57].

Para Bolivia, los datos sobre proyectos hidroeléctricos planificados son de la Empresa Nacional de Electricidad, ENDE. Información adicional para los proyectos planificados provino del Plan Estratégico

Save America's Forests

Institucional 2010-2015 [59], las Proyecciones del Sector 2010-2015 [60] y el Plan de Desarrollo Energético: Análisis de Escenarios 2008-2027 [61]. La información general para las represas hidroeléctricas existentes se obtuvo del Balance Energético Nacional 2000-2007 [62] y la Memoria Anual 2008 [63]. La proyección de demanda de energía eléctrica para 2020 se basó en el Plan Estratégico 2007-2014 [64].

Para Colombia, la información sobre proyectos hidroeléctricas existentes y planificadas fue obtenida del Portafolio de Proyectos de Generación de Energía [65], el Boletín Estadístico de Minas y Energía 2003-2008 [66] y el Plan de Expansión de Referencia: Generación y Transmisión 2009-2023 [67].

La ubicación de dos represas en construcción en la parte alta del río Madeira en Brasil fue obtenida de International Rivers [68]. Se verificó que las ubicaciones de las represas coincidieran con los lugares de los ríos mediante una comparación de la ubicación en la base de datos de HydroSHEDS [69] y a través de imágenes satelitales disponibles en Google Earth. HydroSHEDS es, actualmente, la base de datos global más detallada y completa con una cobertura consistente de datos obtenidos topográficamente con aplicaciones de modelado hidrológico. En HydroSHEDS el tamaño del río se define como el número de células río arriba de un lugar determinado en el río.

Se evaluaron los posibles impactos ecológicos de cada represa planificada usando un análisis de cinco factores. Los factores fueron: 1) índice de fragmentación, 2) conectividad andino-amazónica, 3) acceso por línea de transmisión, 4) acceso por carretera y 5) problema ecológico significativo conocido. El índice de fragmentación clasificó cada represa planificada según el nivel de fragmentación causada incluyendo bajo, moderado o alto. La fragmentación baja se definió como: a) una represa nueva cercana a una represa grande o mega-represa existente, o b) una represa mediana cercana a otra represa mediana. La fragmentación moderada se definió como: a) una nueva grande o mega-represa que no está cerca a una grande o mega-represa existente, pero que está sobre el mismo canal principal de una grande o mega-represa, b) una nueva grande o mega-represa cercana a una represa mediana existente, o c) una nueva represa mediana no cercana a una represa existente. La fragmentación alta se definió como una nueva grande o mega-represa no cercana o sobre el mismo canal principal de una grande o mega-represa existente. La cercanía se definió como menos de 25 km río arriba o río abajo de una represa existente, o hasta que se uniera a un tributario importante río abajo. Un tributario importante es un río con 2,000 células aguas arriba en HydroSHEDS. El análisis de fragmentación se basó, en gran medida, en dos supuestos. El primero, basado en entrevistas a expertos, supone que las clases de tamaño de represas reflejan las diferencias relativas de los impactos: represas más de 100 MW tienden a introducir un nuevo nivel de impacto, al igual que las represas de más de 1.000 MW. El segundo supuesto, mejor elaborado en el Concepto de Discontinuidad de Serie, supone que los ríos tienen una innata tendencia a restablecer las condiciones ecológicas naturales o condiciones no-reguladas mientras la distancia río abajo de la represa vaya aumentando y/o tributarios no-regulados vayan entrando en el sistema [70].

Los otros cuatro factores fueron respuestas de sí o no. Para conectividad, un sí se definió como una represa planificada que representaría la primera alteración importante de la conectividad hidrológica entre las cabeceras andinas protegidas y las tierras bajas de la Amazonia. Cabeceras protegidas son las que están dentro de un área protegida reconocida por el gobierno nacional. Las represas Santo Antonio y Jirau, actualmente en construcción en la parte alta del río Madeira en Brasil, fueron consideradas como existentes en el análisis de la conectividad. Para líneas de transmisión y acceso por carretera, un sí se definió como una represa planificada a más de 3 km de una carretera existente o línea de transmisión, requiriendo una carretera nueva o la instalación de líneas de transmisión. Para el factor problema ecológico conocido, un sí se definió como una represa planificada que se encuentra adentro o que afectaría directamente un área protegida reconocida por el gobierno nacional, una represa que

Proliferación de las represas hidroeléctricas en la Amazonía andina

afectaría los peces migratorios de larga distancia, o que requeriría la inundación de al menos 100 km² de bosque.

Para el análisis de fragmentación y conectividad, se consideró cada represa planificada sólo en relación con las represas existentes. Mientras se construya nuevas represas, el análisis debe actualizarse ya que los resultados podrían cambiar.

Los datos sobre caminos son del Ministerio de Transporte y Obras Públicas en Ecuador, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones en Perú, el Instituto Geográfico Militar en Bolivia y el Instituto Nacional de Vías en Colombia. Los datos sobre líneas de transmisión son del Consejo Nacional de Electricidad en el Ecuador, el Ministerio de Energía y Minas en Perú y el Comité Nacional de Despacho de Carga en Bolivia. Datos sobre áreas protegidas son del Ministerio de Ambiente del Ecuador, el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado en Perú, el Ministerio de Medio Ambiente y Aguas en Bolivia y la Base de Datos Mundial sobre Áreas Protegidas en Colombia.

Para el sumatorio de puntajes, se clasificó una represa con tres o más puntos alto/si como de impacto alto, dos o más puntos alto/moderado/sí como un impacto moderado, y todos los demás como impacto bajo.

Para evaluar los impactos potenciales sobre pueblos indígenas, se superpusieron represas planificadas en los mapas de tierras indígenas tituladas publicados por la Red Amazónica de Información Socioambiental Georreferenciada [71]. Las represas se clasificaron como sí, si su ubicación prevista estaba dentro de los 5 km río arriba o río abajo de una comunidad o un territorio indígena titulado.

La capa de fondo para las figuras utiliza datos de Natural Earth (www.naturalearthdata.com).

INFORMACIÓN ADICIONAL

Figura S1 Versión ampliada de alta resolución de la Figura 1, incluyendo etiquetas de todas las represas incluidas en el análisis. El lector debe hacer zoom en el mapa para ver información específica de la represa. Las etiquetas de las represas corresponden a los de la Tabla S1. (PDF)

Figura S2, Categoría de elevación general de todas las represas planificadas y existentes consideradas en el estudio. (TIF)

Figura S3 Represas hidroeléctricas en la Amazonía peruana. Las represas están agrupadas por estado (Existente, Planificada y Planificación Avanzada) y tamaño (2-99 MW, 100-999 MW y ≥ 1.000 MW de capacidad). Planificación Avanzada corresponde a los proyectos que ya están en algún tipo de proceso contractual. (TIF)

Figura S4 Las represas hidroeléctricas de la Amazonia ecuatoriana y colombiana. Las represas están agrupadas por estado (Existente, Planificada y Planificación Avanzada) y tamaño (2-99 MW, 100-999 MW, y la capacidad de ≥ 1.000 MW). Avanzada de Planificación corresponde a los proyectos que ya están en algún tipo de proceso contractual. (TIF)

Figura S5 Las represas hidroeléctricas de la Amazonia boliviana. Las represas están agrupadas por estado (Existente, Planificada y Planificación Avanzada) y tamaño (2-99 MW, 100-999 MW, y la

capacidad de ≥ 1.000 MW). Avanzada de Planificación corresponde a los proyectos que ya están en algún tipo de proceso contractual. (TIF)

Figura S6 **Las represas hidroeléctricas de la cuenca del Río Marañón**. Las represas están agrupadas por estado (Existente, Planificada y Planificación Avanzada) y tamaño (2-99 MW, 100-999 MW, y la capacidad de ≥ 1.000 MW). Avanzada de Planificación corresponde a los proyectos que ya están en algún tipo de proceso contractual. (TIF)

Figura S7 **Las represas hidroeléctricas de la cuenca del Río Ucayali**. Las represas están agrupadas por estado (Existente, Planificada y Planificación Avanzada) y tamaño (2-99 MW, 100-999 MW, y la capacidad de ≥ 1.000 MW). Avanzada de Planificación corresponde a los proyectos que ya están en algún tipo de proceso contractual. (TIF)

Figura S8 **Las represas hidroeléctricas de la cuenca del Río Napo**. Las represas están agrupadas por estado (Existente, Planificada y Planificación Avanzada) y tamaño (2-99 MW, 100-999 MW, y la capacidad de ≥ 1.000 MW). Avanzada de Planificación corresponde a los proyectos que ya están en algún tipo de proceso contractual. (TIF)

Figura S9 **Las represas hidroeléctricas de los tributarios andinos de la cuenca del Río Madeira**. Las represas están agrupadas por estado (Existente, Planificada y Planificación Avanzada) y tamaño (2-99 MW, 100-999 MW, y la capacidad de ≥ 1.000 MW). Avanzada de Planificación corresponde a los proyectos que ya están en algún tipo de proceso contractual. (TIF)

Tabla S1 **Lista de todas las represas planificadas consideradas en el estudio, su información clave y sumatorio de puntajes del impacto ecológico**. (DOC)

Tabla S2 **Sistemas Ecológicos y Ecorregiones de todas las represas planificadas consideradas en el estudio**. (XLS)

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Matt Terry por su asesoramiento en el diseño del análisis de impacto ecológico y a Carl Ross por su ayuda en temas relacionados a la cuenca, ecosistema y análisis de territorios indígenas. Agradecemos a Patricio Asimbaya, Rebecca Hollender, Natalia Montoya, Carmen Ketron, Rosario Linares, Carmen Josse, Monti Aguirre y Zachary Hurwitz por su ayuda en la colección de data y revisión del documento. Agradecemos a tres lectores anónimos por sus sugerencias e ideas útiles sobre una versión preliminar del documento.

CONTRIBUCIONES DEL **A**UTOR

Concepción y diseño de los experimentos: MF. Realización de los experimentos: MF. Análisis de data: MF CNJ. Contribuciones de reactivos/materiales/herramientas de análisis. Redacción del documento: MF CNJ. Diseño de figuras: CNJ.

REFERENCIAS

1. Dynesius M, Nilsson C (1994) Fragmentation and flow regulation of river systems in the northern third of the world. *Science* 266: 753–762.
2. Vörösmarty CJ, McIntyre PB, Gessner MO, Dudgeon D, Prusevich A, et al. (2010) Global threats to human water security and river biodiversity. *Nature* 467: 555–561.
3. Nilsson C, Reidy CA, Dynesius M, Revenga C (2005) Fragmentation and flow regulation of the world's large river systems. *Science* 308: 405–408.
4. Graf WL (1999) Dam nation: a geographic census of American dams and their large-scale hydrologic impacts. *Water Resour Res* 35: 1305–1311.
5. Pringle CM, Freeman MC, Freeman BJ (2000) Regional effects of hydrologic alterations on riverine macrobiota in the New World: tropical-temperate comparisons. *BioScience* 50: 807–823.
6. Revenga C, Brunner J, Henninger N, Kassem K, Payne R (2000) Pilot analysis of global ecosystems: freshwater systems (World Resources Institute, Washington D. C.).
7. Anderson EP, Pringle CM, Rojas M (2006) Transforming tropical rivers: an environmental perspective on hydropower development in Costa Rica. *Aquat Conserv: Mar Freshwat Ecosyst* 16: 679–693.
8. Anderson EP, Pringle CM, Freeman MC (2008) Quantifying the extent of river fragmentation by hydropower dams in the Sarapiquí River Basin, Costa Rica. *Aquat Conserv: Mar Freshwat Ecosyst* 18: 408–417.
9. McLarney MO, Mafla M, Arias AM, Bouchonnet D The threat to biodiversity and ecosystem function of proposed hydroelectric dams in the La Amistad World Heritage Site, Panama and Costa Rica (ANAL, Inc., Franklin, NC).
10. Greathouse EA, Pringle CM, McDowell WH, Holmquist JG (2006) Indirect upstream effects of dams: consequences of migratory consumer extirpation in Puerto Rico. *Ecol Appl* 16: 339–352.
11. World Commission on Dams (2000) Dams and development: a new framework for decision-making.
12. Revenga C, Campbell I, Abell R, de Villiers P, Bryer M (2005) Prospects for monitoring freshwater ecosystems towards the 2010 targets. *Philos Trans R Soc London Ser B* 360: 397–413.
13. McClain ME, Naiman RJ (2008) Andean influences on the biogeochemistry and ecology of the Amazon River. *BioScience* 58: 325–338.
14. Barthem R, Goulding M (1997) *The Catfish Connection: Ecology, Migration, and Conservation of Amazon Predators*. (Columbia University Press, New York).
15. Laraque A, Bernal C, Guyot JL, Armijos E, Bourrel L, et al. (2009) Sediment budget of the Napo River, Amazon basin, Ecuador and Peru. *Hydrol Process* 23: 3509–3524.
16. Aalto R, Dunne T, Nittroer C, Maurice-Bourgoin L, Montgomery D (2002) Fluvial transport of sediment across a pristine tropical foreland basin: channel-flood plain interaction and episodic flood plain deposition. In: *The Structure, Function and Management Implications of Fluvial Sedimentary Systems* (IAHS Publications). pp 339–344.
17. Meade RH, Dunne T, Richey JE, Santos UM, Salati E (1985) Storage and remobilization of suspended sediment in the Bajoer Amazon River of Brazil. *Science* 228: 488–490.
18. Dunne T, Mertes LAK, Meade RH, Richey JE, Forsberg BR (1998) Exchanges of sediment between the floodplain and channel of the Amazon River in Brazil. *GSA Bull* 110: 450–467.
19. Anderson EP, Maldonado-Ocampo JA (2011) A regional perspective on the diversity and conservation of tropical Andean fishes. *Cons Bio* 25: 30–39.
20. Goulding M, Barthem R, Canlas C, Hidalgo M, Ortega H, et al. (2010) *La cuenca del Rio Inambari: ambientes acuáticos, biodiversidad y represas* (Wildlife Conservation Society, Lima, Peru).
21. Hoorn C, Wesselingh FP, ter Steege H, Bermudez MA, Mora A, et al. (2010) Amazonia through time: Andean uplift, climate change, landscape evolution, and biodiversity. *Science* 330: 927–931.
22. Bass MS, Finer M, Jenkins CN, Kreft H, Cisneros-Heredia DF, et al. (2010) Global conservation significance of Ecuador's Yasuní National Park. *PLoS ONE* 5: e8767.
23. Anderson EP, Encalada A, Maldonado-Ocampo JA, McClain ME, Ortega H, et al. (2010) Environmental flow: a concept for addressing effects of river alterations and climate change in the Andes. In *Climate Change Effects on the Biodiversity of the Tropical Andes: an Assessment of the Status of Scientific Knowledge* Herzog SK, Martinez R, Jørgensen PM, Tiessen H, eds. (IAISCOPE, Sao Jose dos Campos, Brazil).
24. Barrow C (1988) The impact of hydroelectric development on the Amazonian environment: with particular reference to the Tucuruí project. *J Biogeogr* 15: 67–78.
25. Jansson R, Nilsson C, Ren B (2000) Fragmentation of riparian floras in rivers with multiple dams. *Ecology* 81: 899–903.
26. Pringle C (2003) What is hydrologic connectivity and why is it ecologically important? *Hydrol Process* 17: 2685–2689.

Save America's Forests

27. Freeman MC, Pringle CM, Jackson CR (2007) Hydrologic connectivity and the contribution of stream headwaters to ecological integrity at regional scales. *JAWRA* 43: 5–14.
28. Wipfli MS, Richardson JS, Naiman V (2007) Ecological linkages between headwaters and downstream ecosystems. *JAWRA* 43: 72–85.
29. St Louis VL, Kelly CA, Duchemin E, Rudd JWM, Rosenberg DM (2000) Reservoir surfaces as sources of greenhouse gases to the atmosphere: a global estimate. *BioScience* 50: 766–775.
30. Fearnside PM (2002) Greenhouse gas emissions from a hydroelectric reservoir (Brazil's Tucuruí Dam) and the energy policy implications. *Water, Air, Soil Pollut* 133: 69–96.
31. Fearnside PM (2004) Greenhouse gas emissions from hydroelectric dams: controversies provide a springboard for rethinking a supposedly “clean” energy source. *Clim Change* 66: 1–8.
32. Laurance WF, Goosem M, Laurance SG (2009) Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. *TREE* 24: 659–69.
33. Fundacion Alisos (2011) Retos para un desarrollo sostenible: transformaciones en la Amazonia colombiana (Bogotá, Colombia).
34. Finer M, Jenkins CN, Pimm SL, Keane B, Ross C (2008) Oil and gas projects in the western Amazon: threats to wilderness, biodiversity, and indigenous peoples. *PLoS ONE* 3: e2932.
35. Electro Oriente (2011) Potencial hidroenergético de la Region Loreto (Iquitos, Peru).
36. Esselman PC, Opperman JJ (2010) Overcoming information limitations for the prescription of an environmental regime for a Central American river. *Ecology and Society* 15: 6.
37. International Labour Organisation (1989) Convention No. 169 concerning Indigenous and Tribal Peoples in Independent Countries (Geneva, Switzerland).
38. República del Perú (2011) Ley del derecho a la consulta previa a los pueblos indígenas u originarios, reconocido en el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT).
39. República del Ecuador (2008) Constitución de la República del Ecuador.
40. United Nations General Assembly (2007) United Nations Declaration on the Rights of Indigenous Peoples.
41. Olson DM, Dinerstein E, Wikramanayake ED, Burgess ND, Powell GVN, et al. (2001) Terrestrial ecoregions of the world: A new map of life on earth. *BioScience* 51: 933–938.
42. Josse C, Navarro G, Encarnación F, Tovar A, Comer P, et al. (2007) Digital Ecological Systems Map of the Amazon Basin of Peru and Bolivia (NatureServe, Arlington, Virginia, USA).
43. NatureServe (2009) Sistemas Ecológicos de los Andes del Norte y Centro (NatureServe, Arlington, Virginia, USA).
44. Orme CDL, Davies RG, Burgess M, Eigenbrod F, Pickup N, et al. (2005) Global hotspots of species richness are not congruent with endemism or threat. *Nature* 436: 1016–1019.
45. Nogueira C, Backup PA, Menezes NA, Oyakawa OT, Kasecker TP, et al. (2010) Restricted-Range Fishes and the Conservation of Brazilian Freshwaters. *PLoS ONE* 5(6): e11390.
46. Hydropower Sustainability Assessment Protocol (2011) (International Hydropower Association, London, UK).
47. Damned if they do (2011) *Nature* 474: 420.
48. Tollefson J (2011) Worth a dam? *Nature* 474: 430.
49. International Rivers (2008) Rip-Offsets: the failure of the Kyoto Protocol's Clean Development Mechanism (Berkeley, CA).
50. Consejo Nacional de Electricidad (2009) Inventario de Recursos Energéticos del Ecuador con Fines de Generación Eléctrica 2009 (Quito, Ecuador).
51. Consejo Nacional de Electricidad (2009) Plan Maestro de Electrificación 2009–2020 (Quito, Ecuador).
52. Ministerio de Energía y Minas (1976) Evaluación del Potencial Hidroeléctrico Nacional 1973–1982 (Lima, Perú).
53. Ministerio de Energía y Minas (2007) Elaboración de Resúmenes Ejecutivos y Fichas de Estudios de las Centrales Hidroeléctricas con Potencial para la Exportación a Brasil (Lima, Perú).
54. Ministerio de Energía y Minas (2011) Decreto Supremo Nu 020-2011-EM (Lima, Perú).
55. Ministerio de Energía y Minas (2009) Anuario Estadístico de Electricidad 2008 (Lima, Perú).
56. Ministerio de Energía y Minas (2009) Perú Sector Eléctrico 2009: Documento Promotor (Lima, Perú).
57. Ministerio de Energía y Minas (2009) Plan Referencial de Electricidad 2008–2017 (Lima, Perú).
58. Ministerio de Energía y Minas (2008) Portafolio de Proyectos de Generación y Transmisión en el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (Lima, Perú).

Proliferación de las represas hidroeléctricas en la Amazonía andina

59. Ministerio de Hidrocarburos y Energía (2010) Plan Estratégico Institucional 2010–2015 (La Paz, Bolivia).
60. Ministerio de Hidrocarburos y Energía (2010) Proyecciones del sector 2010–2015 (La Paz, Bolivia).
61. Ministerio de Hidrocarburos y Energía (2009) Plan de Desarrollo Energético: Análisis de Escenarios 2008–2027 (La Paz, Bolivia).
62. Ministerio de Hidrocarburos y Energía (2009) Balance Energético Nacional 2000–2007 (La Paz, Bolivia).
63. Empresa Nacional de Electricidad (2009) Memoria Anual 2008 (Cochabamba, Bolivia).
64. Empresa Nacional de Electricidad (2010) Plan Estratégico 2007–2014 (Cochabamba, Bolivia).
65. Ministerio de Minas y Energía (2007) Portafolio de Proyectos de Generación de Energía (Bogota, Colombia).
66. Ministerio de Minas y Energía (2009) Boletín Estadístico de Minas y Energía 2003–2008 (Bogota, Colombia).
67. Ministerio de Minas y Energía (2009) Plan de Expansión de Referencia: Generación-Transmisión 2009–2023 (Bogota, Colombia).
68. International Rivers (2010) Dams in Amazonia (www.dams-info.org/en).
69. Lehner B, Verdin K, Jarvis A (2008) New global hydrography derived from spaceborne elevation data. Eos Trans AGU 89: 93–94.
70. Stanford and Ward (2001) Revisiting the serial discontinuity concept. Regul Rivers: Res Mgmt 17: 303–310.
71. Red Amazónica de Información Socioambiental Georreferenciada (2009) Mapa Amazonía 2009: Áreas Protegidas y Territorios Indígenas.

SUPLEMENTO

FIGURA S1



FIGURA S2

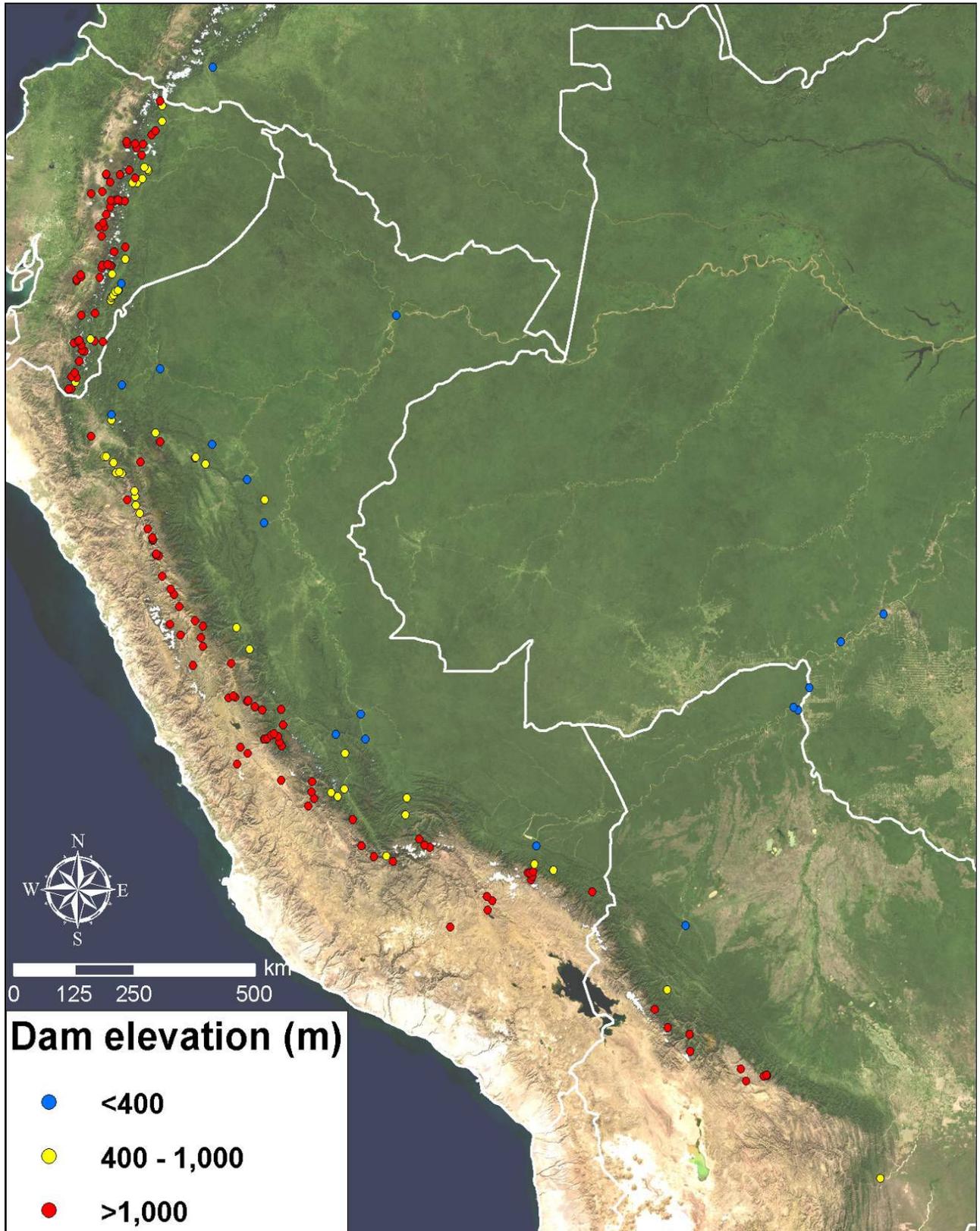


FIGURA S3

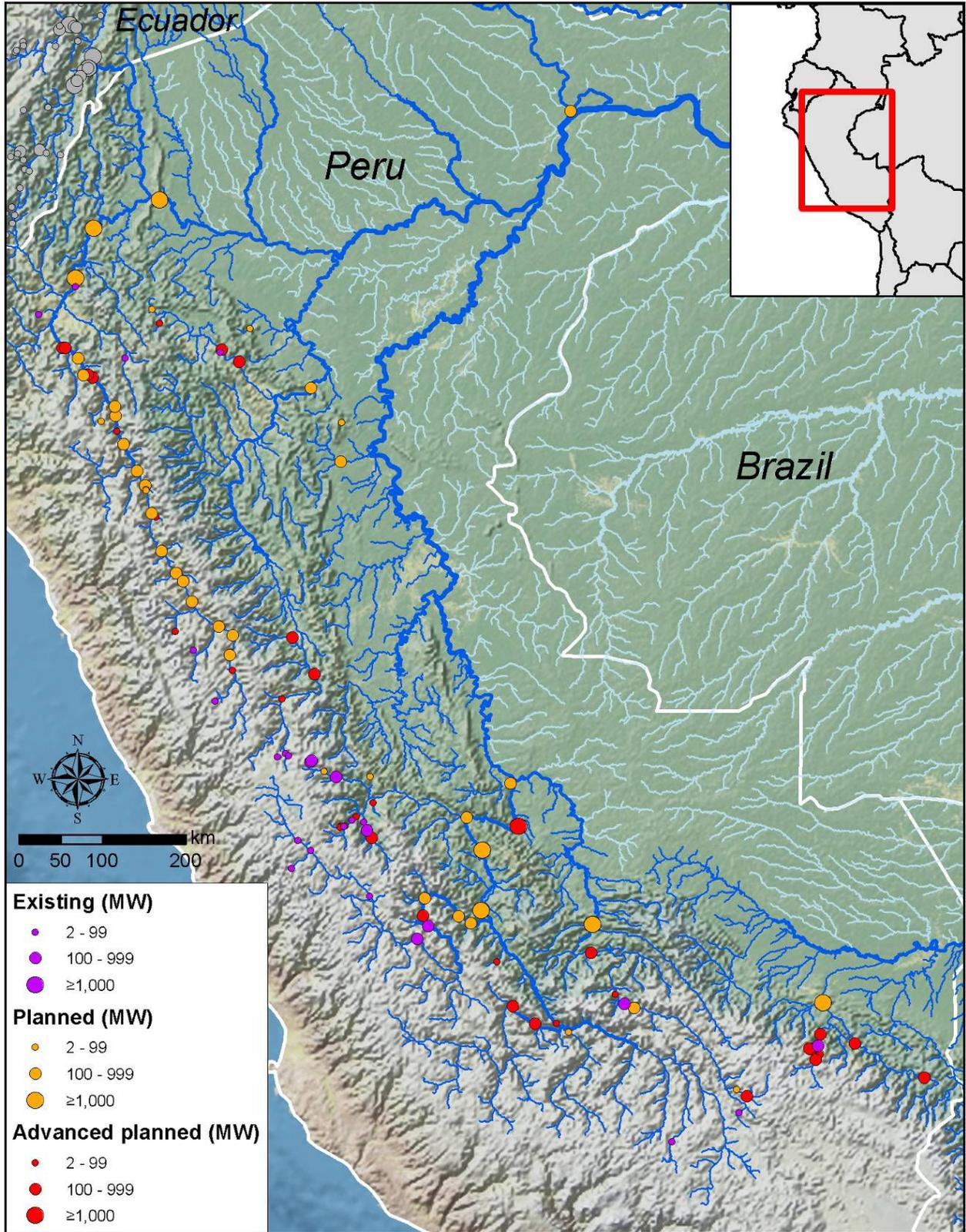


FIGURA S4

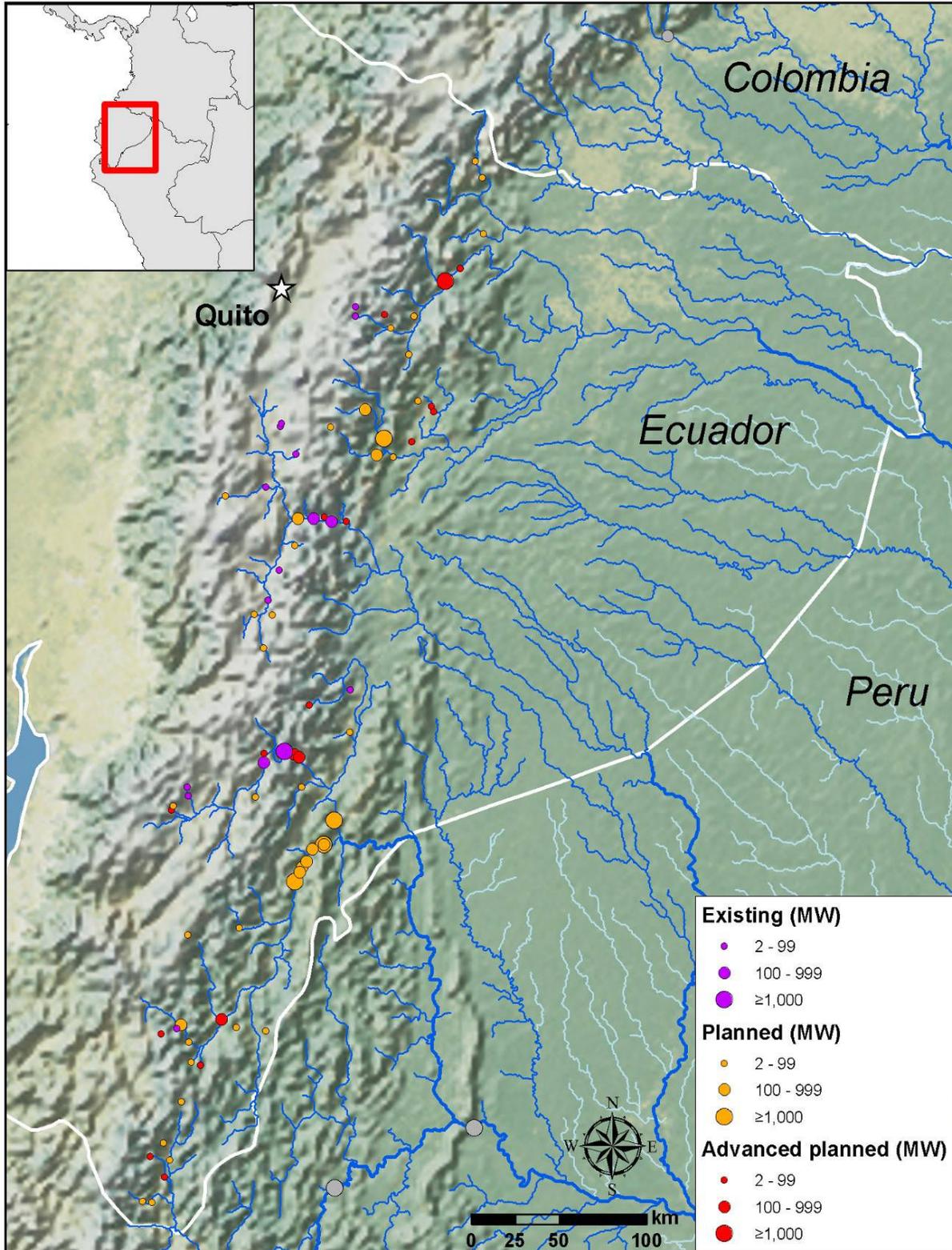


FIGURA S5

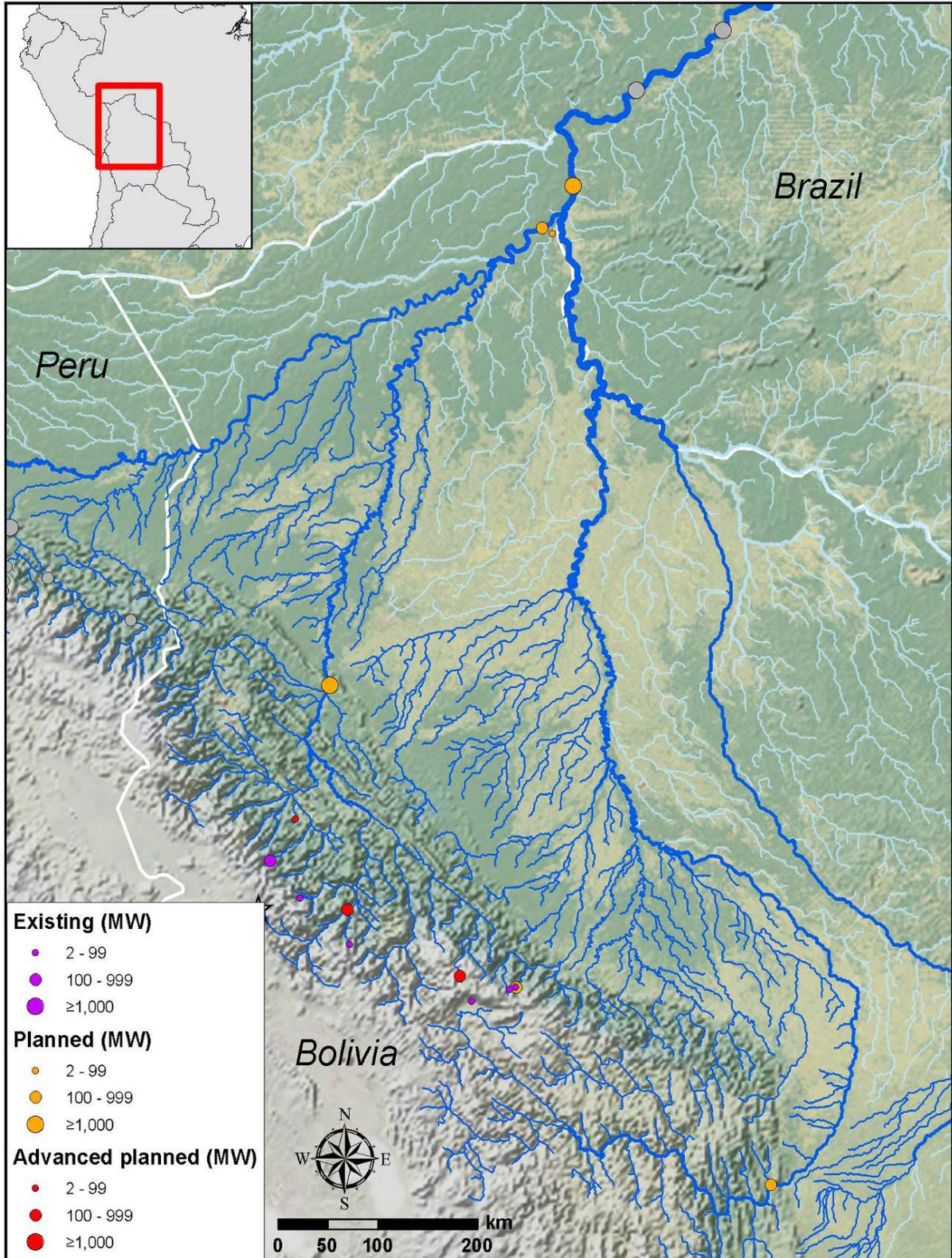


FIGURA S6

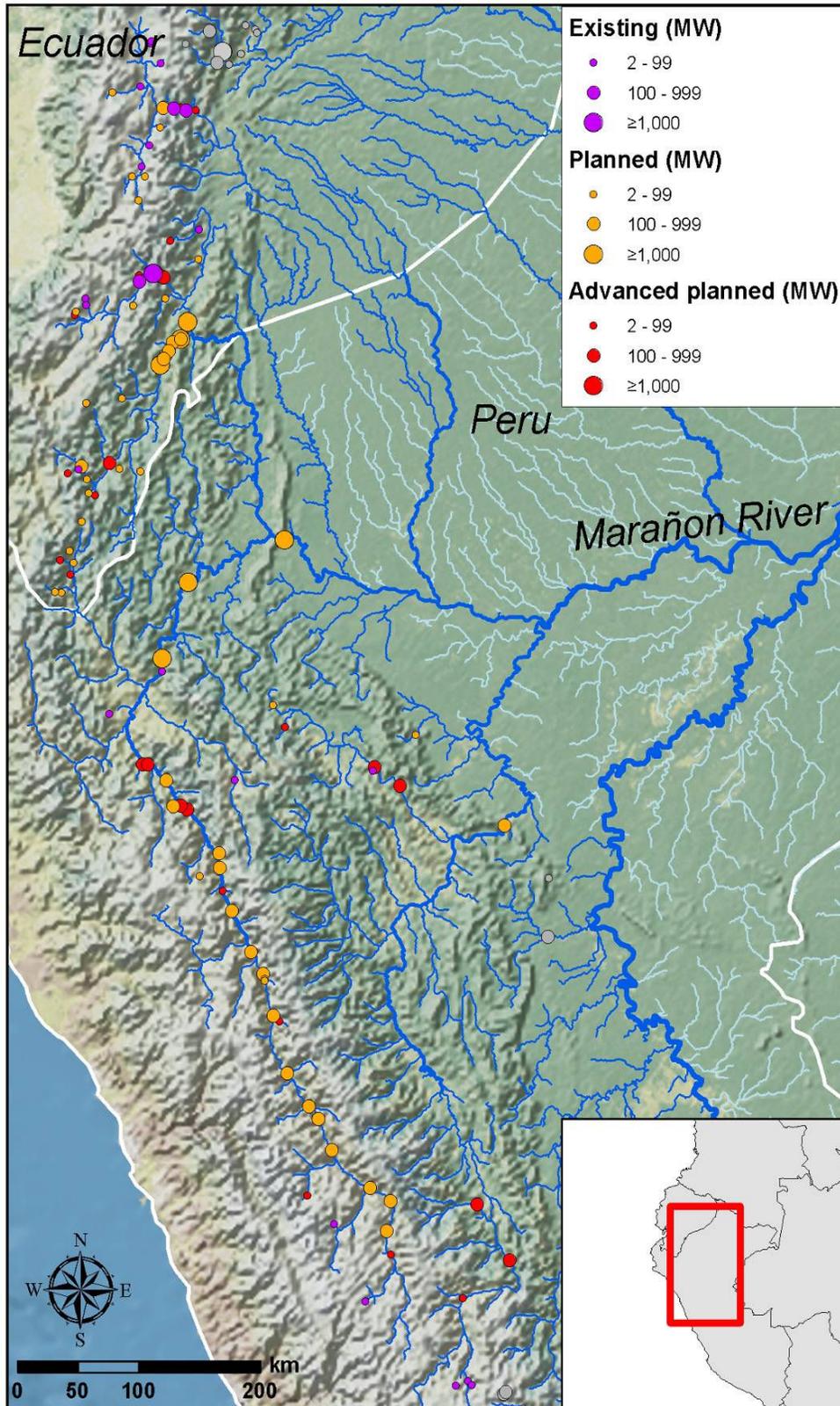


FIGURA S7

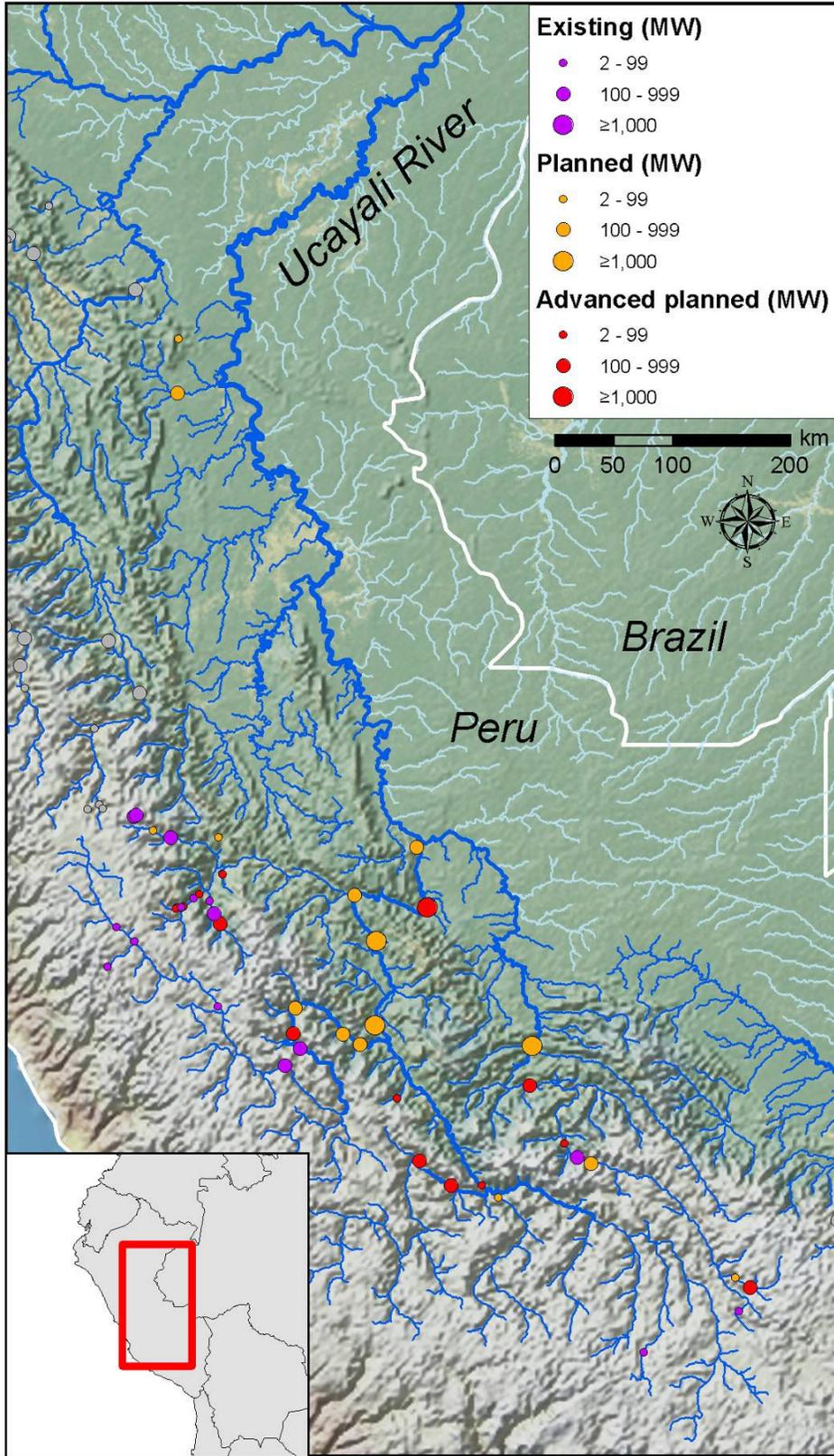


FIGURA S8

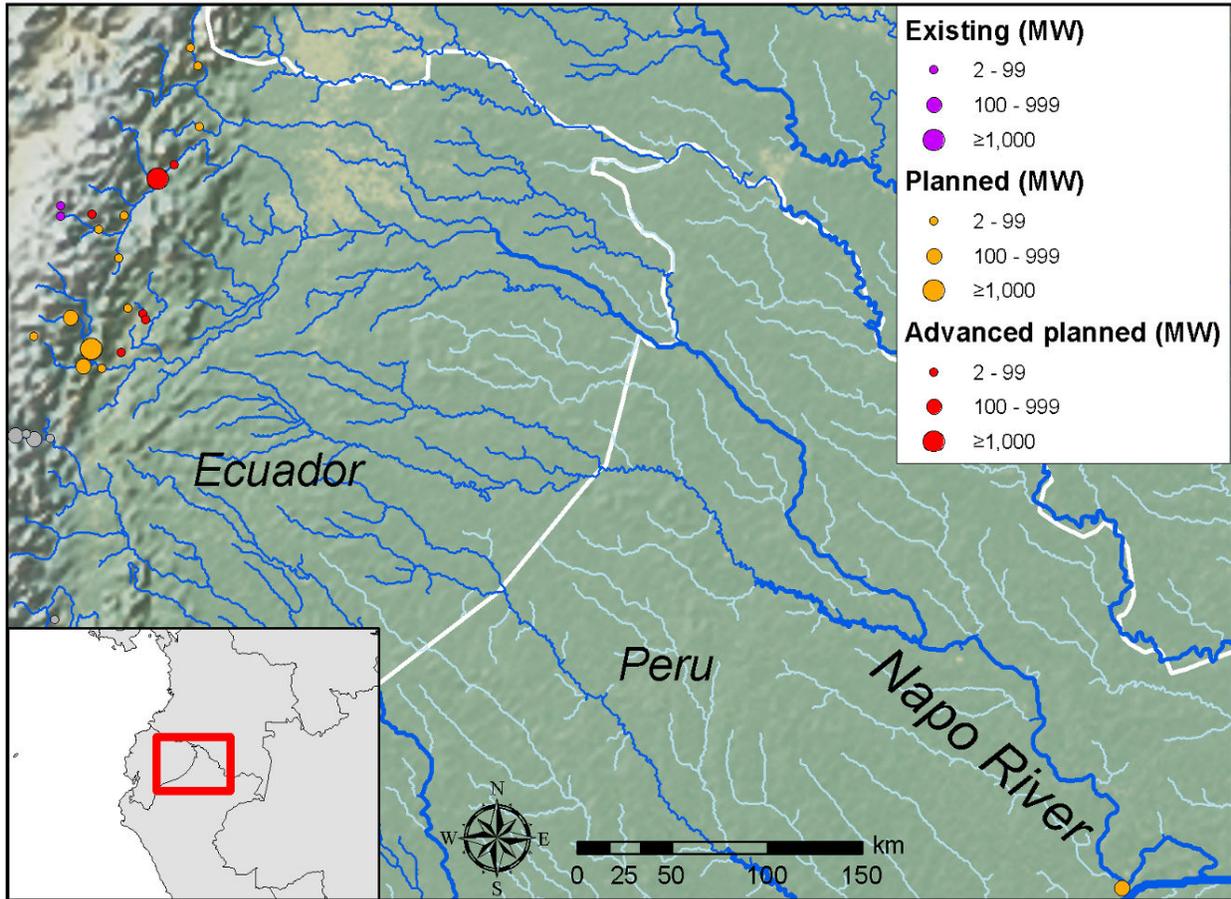


FIGURA S9

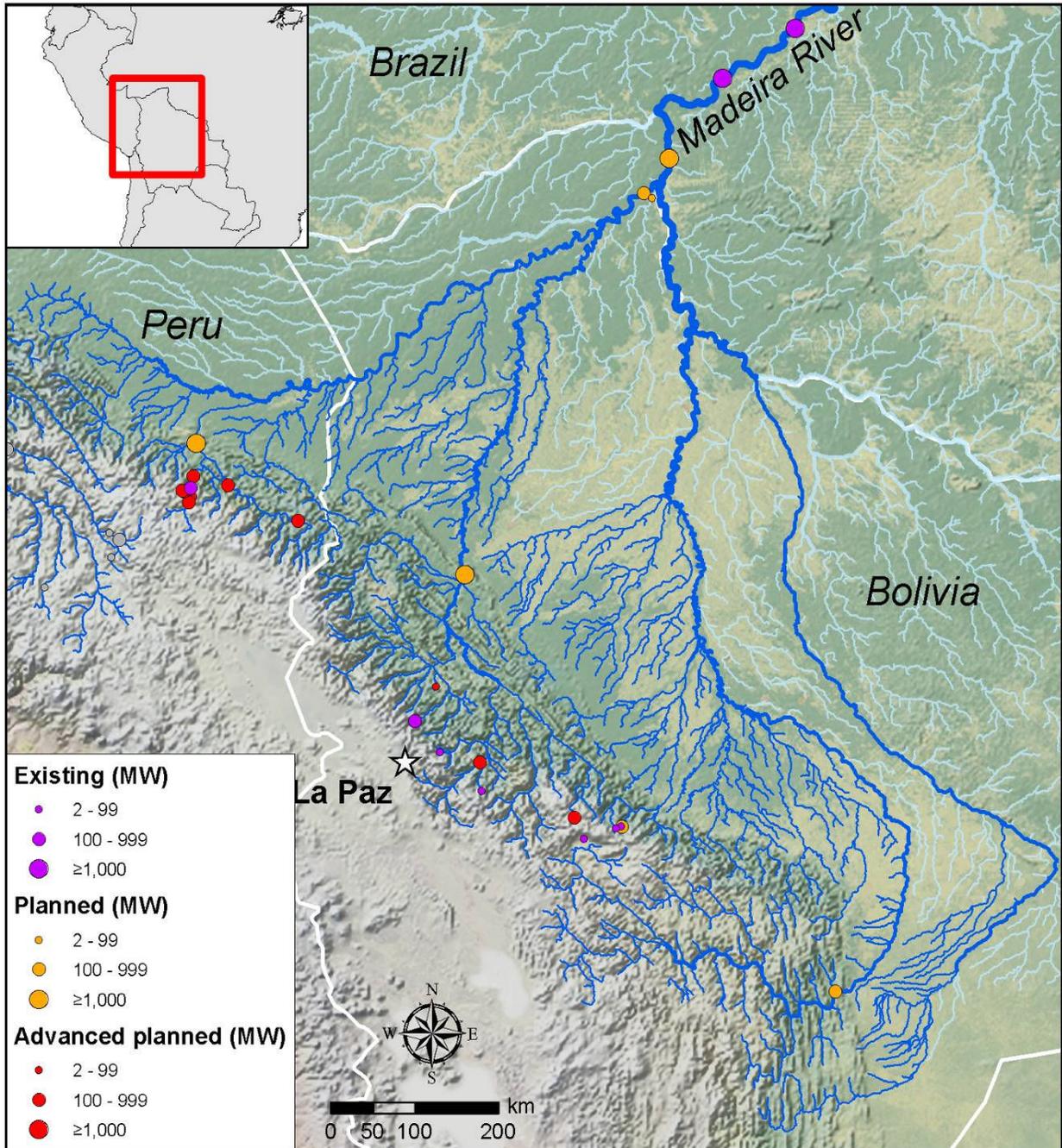


TABLA S1.

Lista de todas las represas planificadas consideradas en el estudio, su información clave y el sumatorio de puntajes del impacto ecológico.

País	Proyecto	Tamaño				Análisis de Impacto						
		(MW)	Elev	Cuenca	Estado	Fragment	AAC	Trans	Carretera	Ambiente	Resultado	Indig
Bolivia	El Yata	6	116	Mad	Planificada	Mod	N	Si	N		Mod	N
Bolivia	Tahuamanu	6	224	Mad	Planificada	Mod	N	Si	N		Mod	N
Bolivia	Pachalaca	100	863	Mad	Avanzada	Alto	N	Si	Si		Alto	N
Bolivia	San Jose	126.9	1801	Mad	Planificada	Bajo	N	N	N		Bajo	N
Bolivia	Misicuni	200	3696	Mad	Avanzada	Alto	N	Si	Si	Si (PA)	Alto	Si
Bolivia	Miguillas	250	1021	Mad	Avanzada	Mod	N	Si	N		Mod	N
Bolivia	Rositas	400	466	Mad	Planificada	Alto	N	N	Si		Mod	Si
Bolivia	Cachuela Esperanza	990	111	Mad	Planificada	Alto	N	Si	N	Si (F & F)	Alto	N
Bolivia	Angosto del Bala	1,600	176	Mad	Planificada	Alto	N	Si	Si	Si (PA)	Alto	Si
Bolivia	Rio Madera	3,000	96	Mad	Planificada	Mod	N	Si	N	Si (F & F)	Mod	N
Colombia	Mitu	2	175	Vaup	Planificada	Mod	N	Si	Si		Mod	N
Colombia	Andaqui	687	323	Caq	Planificada	Alto	Si	Si	Si	Si (PA)	Alto	Si
Ecuador	Mayaicu	2.27	1057	Mara	Planificada	Mod	N	Si	Si		Mod	Si
Ecuador	Nanguipa	2.3	1214	Mara	Planificada	Mod	Si	Si	N		Mod	Si
Ecuador	Chorrillos	3.96	1121	Mara	Avanzada	Mod	Si	Si	N		Mod	N
Ecuador	Ambato	4	3250	Mara	Planificada	Bajo	N	Si	N		Bajo	N
Ecuador	Sardinas	4	1718	Napo	Planificada	Mod	Si	Si	N	Si (PA)	Mod	N
Ecuador	Huarhualla	4.6	3009	Mara	Planificada	Bajo	N	N	N		Bajo	N
Ecuador	Collay	5.8	2212	Mara	Planificada	Bajo	N	Si	N		Bajo	N
Ecuador	Tomebamba	6	3022	Mara	Planificada	Bajo	N	Si	N		Bajo	N
Ecuador	Cebadas	6.95	3159	Mara	Planificada	Bajo	N	Si	N		Bajo	N
Ecuador	Chinchipe	8	1119	Mara	Planificada	Mod	Si	N	N		Mod	Si
Ecuador	Victoria-Quijos	10	3702	Napo	Avanzada	Mod	Si	Si	N	Si (PA)	Alto	N
Ecuador	Rio Verde Chico	10	1590	Mara	Avanzada	Bajo	Si	N	Si		Mod	N
Ecuador	Jondachi-Sardinas	12.6	646	Napo	Avanzada	Mod	Si	Si	N		Mod	Si
Ecuador	Chambo	12.9	2932	Mara	Planificada	Mod	N	Si	N		Mod	N
Ecuador	Shincata	14.3	2945	Mara	Planificada	Mod	N	Si	N		Mod	Si
Ecuador	Puela 2	14.8	2753	Mara	Planificada	Mod	N	S	N		Mod	N

Save America's Forests

Ecuador	Bombuscara	15	1281	Mara	Planificada	Mod	Si	Si	Si	Si (PA)	Alto	N
Ecuador	Palanda	16.8	1424	Mara	Avanzada	Mod	Si	Si	N		Mod	N
Ecuador	Jondachi-La Merced	18	750	Napo	Avanzada	Mod	Si	Si	Si		Alto	Si
Ecuador	Fatima	20	912	Mara	Avanzada	Mod	Si	Si	N		Mod	N
Ecuador	Mazar-Dudas-Llavircay	20.9	2230	Mara	Avanzada	Bajo	N	N	N		Bajo	N
Ecuador	Misahualli 2	21.1	895	Napo	Planificada	Mod	Si	Si	N		Mod	N
Ecuador	Topo	22	1201	Mara	Avanzada	Mod	Si	Si	Si		Alto	N
Ecuador	Valladolid	22.3	1624	Mara	Planificada	Mod	N	Si	N		Mod	N
Ecuador	Due	23.9	731	Napo	Planificada	Mod	Si	Si	Si	Si (PA)	Alto	Si
Ecuador	Chingual	25.6	1509	Napo	Planificada	Mod	N	Si	N		Mod	N
Ecuador	Langoa	26	2943	Napo	Planificada	Mod	Si	Si	Si	Si (PA)	Alto	Si
Ecuador	Cosanga	27	1912	Napo	Planificada	Mod	Si	Si	N		Mod	N
Ecuador	Llanganates	27.6	532	Napo	Avanzada	Mod	N	Si	N		Mod	Si
Ecuador	Soldados Yanuncay-Minas	27.8	2794	Mara	Avanzada	Bajo	N	Si	N		Bajo	N
Ecuador	Sabanilla	30.00	2767	Mara	Avanzada	Mod	Si	Si	Si		Alto	N
Ecuador	Hidrogen	31.4	2054	Mara	Avanzada	Bajo	N	Si	Si	Si (PA)	Alto	N
Ecuador	Sucua	31.6	780	Mara	Planificada	Mod	Si	N	N		Mod	Si
Ecuador	Numbala	39.2	2050	Mara	Planificada	Mod	Si	Si	Si		Alto	N
Ecuador	La Barquilla	40.1	866	Napo	Planificada	Mod	Si	Si	N		Mod	Si
Ecuador	Cuyes	50.6	1097	Mara	Planificada	Mod	Si	Si	N		Mod	Si
Ecuador	Isimanchi	51.1	1473	Mara	Planificada	Mod	Si	Si	N		Mod	N
Ecuador	Sizaplaya	52.1	2081	Napo	Planificada	Mod	Si	Si	N		Mod	N
Ecuador	Sonaderos	70.8	1045	Mara	Planificada	Mod	Si	Si	N		Mod	N
Ecuador	Jatunyacu	74.1	554	Napo	Planificada	Mod	Si	Si	Si		Alto	Si
Ecuador	Las Cidras	77.3	1206	Mara	Planificada	Mod	Si	Si	Si		Alto	N
Ecuador	Negro	97.7	926	Mara	Planificada	Mod	Si	Si	N		Mod	N
Ecuador	Quijos-Baeza	100	1236	Napo	Avanzada	Alto	Si	Si	Si		Alto	N
Ecuador	Delsitanisagua	115	831	Mara	Avanzada	Alto	Si	N	N		Mod	N
Ecuador	Lligua-Muyo	170	1823	Mara	Planificada	Bajo	N	N	N		Bajo	N
Ecuador	El Retorno	261	1603	Mara	Planificada	Mod	Si	N	N		Mod	Si
Ecuador	Cedroyacu	270	1935	Napo	Planificada	Alto	N	Si	Si		Alto	Si
Ecuador	Cardenillo	340.9	1045	Mara	Avanzada	Bajo	N	N	N		Bajo	N
Ecuador	Sopladora	487	1101	Mara	Avanzada	Bajo	N	N	N		Bajo	N
Ecuador	Gualaquiza	661	679	Mara	Planificada	Alto	Si	Si	N		Alto	N

Proliferación de las represas hidroeléctricas en la Amazonía andina

Ecuador	San Miguel	686	607	Mara	Planificada	Alto	Si	Si	N		Alto	N
Ecuador	Catachi	748	995	Napo	Planificada	Alto	Si	Si	Si	Si (PA)	Alto	Si
Ecuador	San Antonio	760	523	Mara	Planificada	Alto	Si	Si	N		Alto	Si
Ecuador	Zamora Salto 2	917	526	Mara	Planificada	Alto	Si	Si	N		Alto	Si
Ecuador	Zamora Salto 1	924	688	Mara	Planificada	Alto	Si	Si	N		Alto	N
Ecuador	Zamora Salto 3	1,015	385	Mara	Planificada	Alto	Si	Si	N		Alto	Si
Ecuador	Zamora San Juan Bosco	1,028	749	Mara	Planificada	Alto	Si	Si	N		Alto	Si
Ecuador	Naiza	1,039	326	Mara	Planificada	Alto	Si	Si	N		Alto	Si
Ecuador	Verdeyacu Chico	1,173	1039	Napo	Planificada	Alto	Si	Si	Si		Alto	Si
Ecuador	Coca Codo Sinclair	1,500	1268	Napo	Avanzada	Alto	Si	Si	Si		Alto	N
Peru	Santa Catalina	4	694	Ucay	Planificada	Mod	Si	Si	Si	Si (PA)	Alto	N
Peru	Colpa	4.8	2282	Mara	Avanzada	Mod	N	N	N		Bajo	N
Peru	Naranjos II	5.8	1271	Mara	Avanzada	Mod	Si	Si	N		Mod	N
Peru	Huasahuasi I	7.86	2545	Ucay	Avanzada	Bajo	N	N	N		Bajo	N
Peru	Huasahuasi II	8	2396	Ucay	Avanzada	Bajo	N	N	N		Bajo	N
Peru	Pias	12.6	1584	Mara	Avanzada	Mod	Si	Si	Si		Alto	N
Peru	Carcapata III	12.8	1973	Ucay	Avanzada	Bajo	N	N	N		Bajo	N
Peru	Las Orquideas 1	13.8	949	Mara	Planificada	Mod	Si	Si	Si		Alto	N
Peru	Pias II	16.6	1298	Mara	Avanzada	Mod	Si	Si	N		Mod	N
Peru	Tulpac/Palenque (Pusac)	20	921	Mara	Avanzada	Mod	Si	Si	N		Mod	N
Peru	Ayna	20	1308	Ucay	Avanzada	Mod	N	N	N		Bajo	N
Peru	Angel I	20	2532	Mad	Avanzada	Bajo	N	Si	Si		Mod	N
Peru	Angel II	20	2240	Mad	Avanzada	Bajo	N	Si	Si		Mod	N
Peru	Angel III	20	1952	Mad	Avanzada	Bajo	N	N	N		Bajo	N
Peru	Renovandes H1	20	1009	Ucay	Avanzada	Mod	Si	Si	N		Mod	N
Peru	Centauro I y III	25	2963	Mara	Avanzada	Mod	Si	N	N		Mod	N
Peru	Santa Fortunata	25.2	2818	Mara	Planificada	Mod	N	N	N		Bajo	N
Peru	Uchuhuerta	30	2542	Ucay	Planificada	Bajo	N	Si	N		Bajo	N
Peru	Las Joyas	61	1307	Mara	Planificada	Mod	Si	Si	Si		Alto	N
Peru	La Virgen	64	1037	Ucay	Avanzada	Bajo	N	N	N		Bajo	N
Peru	Lavasen Quishuar	64.2	1278	Mara	Planificada	Mod	Si	Si	Si		Alto	N
Peru	Pucara II	69.9	3589	Ucay	Planificada	Mod	N	Si	N		Mod	N
Peru	Pumayacu Cachiyacu	80	203	Mara	Planificada	Mod	N	Si	Si		Mod	Si
Peru	Santa Teresa	90.7	1313	Ucay	Avanzada	Bajo	N	N	N		Bajo	N

Save America's Forests

Peru	Marañon	96	2851	Mara	Avanzada	Mod	Si	N	N	Mod	N
Peru	Pacobamba	98.7	1285	Ucay	Planificada	Mod	Si	Si	N	Mod	N
Peru	Oreja De Perro 1	100	991	Ucay	Avanzada	Alto	Si	Si	Si	Alto	N
Peru	El Caño	100	1518	Ucay	Planificada	Alto	N	N	N	Bajo	Si
Peru	Mayo II	110	440	Mara	Avanzada	Alto	Si	Si	Si	Alto	Si
Peru	Mayo I	120	786	Mara	Avanzada	Alto	Si	N	N	Bajo	N
Peru	San Gaban IV	130	2589	Mad	Avanzada	Bajo	N	N	N	Bajo	N
Peru	Puchca	140	2622	Mara	Planificada	Alto	Si	Si	N	Alto	N
Peru	San Gaban 1	150	2096	Mad	Avanzada	Bajo	N	N	N	Bajo	N
Peru	Pucara (Salcca)	150	3926	Ucay	Avanzada	Mod	N	N	N	Bajo	N
Peru	Mazan	150	88	Napo	Planificada	Bajo	N	Si	Si	Mod	N
Peru	Yanamayo	160	1885	Mara	Planificada	Alto	Si	Si	N	Alto	N
Peru	Curibamba	163	1329	Ucay	Avanzada	Bajo	N	Si	N	Bajo	N
Peru	Belo Horizonte	180	693	Mara	Avanzada	Alto	N	Si	N	Mod	N
Peru	San Gaban III	187.9	740	Mad	Avanzada	Bajo	N	N	N	Bajo	N
Peru	Retamal	188.6	2526	Ucay	Planificada	Bajo	N	N	Si	Bajo	N
Peru	Llata 2	200	2501	Mara	Planificada	Alto	Si	Si	N	Alto	N
Peru	Llata 1	210	2787	Mara	Planificada	Alto	Si	N	N	Mod	N
Peru	Pulpería	220	2054	Mara	Planificada	Alto	Si	Si	Si	Alto	N
Peru	Patas 2	240	1114	Mara	Planificada	Alto	Si	Si	N	Alto	N
Peru	Chusgón	240	1268	Mara	Planificada	Alto	Si	Si	Si	Alto	N
Peru	Man (Mantaro) 270	286	1057	Ucay	Planificada	Mod	N	Si	N	Mod	N
Peru	Bolívar	290	993	Mara	Planificada	Alto	Si	Si	N	Alto	N
Peru	Pauya-Cushabatay	300	162	Ucay	Planificada	Alto	Si	Si	Si	Alto	N
Peru	Rupac	300	1698	Mara	Planificada	Alto	Si	Si	N	Alto	N
Peru	Sandía Ina 30-Ina 40	315	1136	Mad	Avanzada	Alto	N	Si	N	Mod	N
Peru	Patas 1	320	1309	Mara	Planificada	Alto	Si	Si	N	Alto	N
Peru	Illapani	327.9	867	Ucay	Avanzada	Alto	Si	Si	N	Alto	Si
Peru	Yangas	330	968	Mara	Planificada	Alto	Si	Si	Si	Alto	N
Peru	Santa Rosa	340	966	Mara	Planificada	Alto	Si	Si	Si	Alto	N
Peru	Oreja de Perro	350	1308	Ucay	Avanzada	Alto	Si	Si	Si	Alto	N
Peru	Pión	350	585	Mara	Planificada	Alto	Si	Si	N	Alto	N
Peru	Chaglla	360	863	Mara	Avanzada	Alto	N	Si	Si	Alto	N
Peru	Ina 65-88-90	380	631	Mad	Avanzada	Alto	N	Si	Si	Alto	N

Proliferación de las represas hidroeléctricas en la Amazonía andina

Peru	San Pablo	390	1575	Mara	Planificada	Alto	Si	Si	N		Alto	N
Peru	Cerro El Aguila	402	1336	Ucay	Avanzada	Mod	N	Si	N		Mod	N
Peru	Tambo 60	579	207	Ucay	Planificada	Alto	Si	Si	N	Si (Flood)	Alto	Si
Peru	Del Norte	600	610	Mara	Avanzada	Alto	Si	Si	Si		Alto	N
Peru	Chadin 2	600	661	Mara	Avanzada	Alto	Si	Si	Si		Alto	N
Peru	Tambo - Puerto Prado	629	305	Ucay	Planificada	Alto	Si	Si	N	Si (Flood)	Alto	Si
Peru	Veracruz	730	502	Mara	Avanzada	Alto	Si	Si	N		Alto	N
Peru	Pongo de Aguirre	750	152	Mara	Planificada	Alto	Si	Si	Si		Alto	N
Peru	Vizcatán	750	608	Ucay	Planificada	Mod	N	Si	Si		Mod	N
Peru	Santa Maria	750	1535	Ucay	Avanzada	Alto	Si	Si	Si		Alto	N
Peru	Cuquipampa	800	686	Ucay	Planificada	Mod	N	Si	Si		Mod	N
Peru	Cumba 4	825	484	Mara	Avanzada	Alto	Si	Si	N		Alto	N
Peru	La Balsa (Balsas)	915	829	Mara	Planificada	Alto	Si	Si	N		Alto	N
Peru	Sumabeni	1,074	445	Ucay	Planificada	Alto	Si	Si	N		Alto	Si
Peru	Tam40	1,286	295	Ucay	Avanzada	Alto	Si	Si	Si	Si Inundaciones)	Alto	Si
Peru	Paquizapango	1,379	404	Ucay	Planificada	Alto	Si	Si	Si	Si (Inundaciones)	Alto	Si
Peru	Inambari	1,500	384	Mad	Planificada	Alto	N	N	Si	Si (Inundaciones)	Alto	Si
Peru	Rentema	1,525	333	Mara	Planificada	Alto	Si	Si	N	Si (Peces)	Alto	Si
Peru	Mainique (Urubamba)	1,548	659	Ucay	Planificada	Alto	Si	Si	N		Alto	Si
Peru	Escuprebraga	1,800	245	Mara	Planificada	Alto	Si	Si	Si	Si (Peces)	Alto	Si
Peru	Manseriche	4,500	157	Mara	Planificada	Alto	Si	Si	Si	Si (Peces)	Alto	Si

Datos clasificados por país y luego tamaño. Columnas de izquierda a derecha: país, nombre del proyecto, tamaño (MW), altura (en metros), cuenca del río (Ucayali, Marañón, Napo, Caquetá y afluentes de Madeira), estado (Avanzada y Planificada), y sumatorio de puntajes del análisis de impacto multifactorial. Para el estado, avanzada corresponde a los proyectos que ya están en algún tipo de proceso contractual y planificada refiere a proyectos que cuentan con los diseños iniciales, pero aún sin algún tipo de proceso contractual. Las categorías de análisis de impacto que contribuyen al sumatorio de puntajes se refieren a 1) índice de fragmentación, 2) conectividad andino-amazónica, 3) acceso por línea de transmisión, 4) acceso por carretera y 5) problema ecológico significativo conocido (área protegida, inundación, peces migratorios). Véase Métodos para los detalles sobre la determinación del sumatorio de puntajes. La última columna se refiere al análisis del territorio indígena titulado (ver Métodos para más detalles), el cual no contribuyó al sumatorio de puntajes.

TABLA S 2

Project	Ecological System	Ecological System Code	Ecoregion
EL YATA	Bosque inundable y vegetacion riparia de aguas mixtas de la Amazonia	CES408.571	Southwest Amazon moist forests
TAHUAMANU	Complejo de vegetacion sucesional riparia de aguas blancas de la Amazonia	CES408.550	Southwest Amazon moist forests
Pachalaca	Bosque basimontano pluviestacional subhumedo de Yungas del sur	CES409.053	Bolivian Yungas
MISICUNI	Pajonal arbustivo altoandino y altimontano pluviestacional de Yungas	CES409.059	Central Andean puna
MIGUILLAS	Bosque basimontano xerico de Yungas del sur	CES409.056	Bolivian montane dry forests
ROSITAS	Bosque freatofilo subandino interandino Boliviano-Tucumano	CES409.196	Dry Chaco
CACHUELA ESPERANZA	Bosque bajo esclerofilo de arenas blancas del centro sur de la Amazonia	CES408.584	Southwest Amazon moist forests
ANGOSTO DEL BALA	Bosque siempreverde estacional subandino del suroeste de Amazonia	CES408.545	Bolivian Yungas
RIO MADERA		N/A	Southwest Amazon moist forests
Mitu	Bosque siempreverde de tierras bajas de Guayana Occidental	CES404.355	Purus varzea
Andaqui	Bosque inundable de la llanura aluvial de rios de aguas blancas del oeste de la Amazonia	CES408.532	Napo moist forests
Mayaicu	Bosque siempreverde subandino del oeste de Amazonia	CES408.565	Eastern Cordillera real montane forests
Nanguipa	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Eastern Cordillera real montane forests
Chorrillos	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Eastern Cordillera real montane forests
Ambato	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Eastern Cordillera real montane forests
Sardinas	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Eastern Cordillera real montane forests
Huarhualla	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Eastern Cordillera real montane forests
Collay	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Eastern Cordillera real montane forests
Tomebamba	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Eastern Cordillera real montane forests
Cebadas	Pajonal altimontano y montano paramuno	CES409.123	Eastern Cordillera real montane forests
Chinchipe	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Eastern Cordillera real montane forests
Rio Verde Chico	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Eastern Cordillera real montane forests
Victoria-Quijos	Pajonal altimontano y montano paramuno	CES409.123	Eastern Cordillera real montane forests
Jondachi-Sardinas	Bosque siempreverde subandino del oeste de Amazonia	CES408.565	Eastern Cordillera real montane forests
Chambo	Arbustal montano xerico internadino de los Andes del Norte	CES409.120	Eastern Cordillera real montane forests
Shincata	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Eastern Cordillera real montane forests
Puela 2	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Eastern Cordillera real montane forests
Bombuscara	Bosque siempreverde subandino del oeste de Amazonia	CES408.565	Eastern Cordillera real montane forests
Palanda	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Eastern Cordillera real montane forests
Jondachi-La Merced	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Eastern Cordillera real montane forests
Fátima	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Eastern Cordillera real montane forests

Proliferación de las represas hidroeléctricas en la Amazonía andina

Mazar-Dudas-Llavircay	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Eastern Cordillera real montane forests
Misahualli 2	Bosque siempreverde subandino del oeste de Amazonia	CES408.565	Eastern Cordillera real montane forests
Topo	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Eastern Cordillera real montane forests
Valladolid	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Eastern Cordillera real montane forests
Due	Bosque siempreverde subandino del oeste de Amazonia	CES408.565	Eastern Cordillera real montane forests
Chingual	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Eastern Cordillera real montane forests
Langoa	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Eastern Cordillera real montane forests
Cosanga	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Eastern Cordillera real montane forests
Llanganates	Areas Intervenidas	100	Napo moist forests
Soldados Yanuncay-Minas	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Eastern Cordillera real montane forests
Sabanilla	Bosque altimontano Norte-Andino siempreverde	CES409.105	Eastern Cordillera real montane forests
Hydrogen	Bosque montano pluvial de los Andes del Norte	CES409.110	Eastern Cordillera real montane forests
Sucua	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Eastern Cordillera real montane forests
Numbala	Bosque montano pluvial de los Andes del Norte	CES409.110	Eastern Cordillera real montane forests
La Barquilla	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Eastern Cordillera real montane forests
Cuyes	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Eastern Cordillera real montane forests
Isimanchi	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Eastern Cordillera real montane forests
Sizaplaya	Bosque montano pluvial de los Andes del Norte	CES409.110	Eastern Cordillera real montane forests
Sonaderos	Bosque siempreverde subandino del oeste de Amazonia	CES408.565	Eastern Cordillera real montane forests
Jatunyacu	Bosque siempreverde subandino del oeste de Amazonia	CES408.565	Eastern Cordillera real montane forests
Las Cidras	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Eastern Cordillera real montane forests
Negro	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Eastern Cordillera real montane forests
Quijos-Baeza	Bosque montano pluvial de las cordilleras subandinas orientales	CES409.913	Eastern Cordillera real montane forests
Delsitanisagua	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Eastern Cordillera real montane forests
Lligua-Muyo	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Eastern Cordillera real montane forests
El Retorno	Bosque montano bajo pluvial de los Andes del Norte	CES409.112	Eastern Cordillera real montane forests
Cedroyacu	Bosque montano bajo pluvial de los Andes del Norte	CES409.112	Eastern Cordillera real montane forests
Cardenillo	Bosque montano bajo pluvial de los Andes del Norte	CES409.112	Eastern Cordillera real montane forests
Sopladora	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Eastern Cordillera real montane forests
Gualaquiza	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Eastern Cordillera real montane forests
San Miguel	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Napo moist forests
Catachi	Bosque siempreverde subandino del oeste de Amazonia	CES408.565	Eastern Cordillera real montane forests
San Antonio	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Napo moist forests
Zamora Salto 2	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Napo moist forests

Save America's Forests

Zamora Salto 1	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Napo moist forests
Zamora Salto 3	Bosque siempreverde subandino del oeste de Amazonia	CES408.565	Napo moist forests
Zamora San Juan Bosco	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Eastern Cordillera real montane forests
Naiza	Bosque siempreverde subandino del oeste de la Amazonia	CES408.565	Napo moist forests
Verdeyacu Chico	Bosque siempreverde subandino del oeste de Amazonia	CES408.565	Eastern Cordillera real montane forests
Coca Codo Sinclair	Bosque montano pluvial de las cordilleras subandinias orientales	CES409.913	Eastern Cordillera real montane forests
Santa Catalina	Bosque siempreverde subandino del oeste de Amazonia	CES408.565	Ucayali moist forests
COLPA	Vegetacion ribereña basimontana de Yungas	CES409.065	Peruvian Yungas
NARANJOS II	Bosque y palmar basimontano pluvial de Yungas	CES409.048	Peruvian Yungas
Huasahuasi I	Bosque montano pluviestacional subhumedo de Yungas	CES409.921	Peruvian Yungas
Huasahuasi II	Pajonal arbustivo altoandino y altimontano pluvial de Yungas	CES409.058	Peruvian Yungas
Pias	Bosque y arbustal basimontano xerico de Yungas del norte	CES409.079	Marañón dry forests
CARCAPATA III - RER	Bosque montano pluvial de Yungas	CES409.050	Peruvian Yungas
LAS ORQUIDEAS 1	Bosque siempreverde subandino del oeste de Amazonia	CES408.565	Peruvian Yungas
Pias II	Bosque y arbustal basimontano xerico de Yungas del norte	CES409.079	Marañón dry forests
TULPAC - PALENQUE	Bosque y arbustal basimontano xerico de Yungas del norte	CES409.079	Marañón dry forests
Ayna	Bosque siempreverde subandino del suroeste de Amazonia	CES408.543	Peruvian Yungas
RenovAndes H1	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Southwest Amazon moist forests
CENTAURO I-III	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Central Andean wet puna
SANTA FORTUNATA	Bosque montano pluviestacional humedo de Yungas	CES409.051	Peruvian Yungas
UCHUHUERTA	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Peruvian Yungas
LAS JOYAS	Bosque y arbustal basimontano xerico de Yungas del norte	CES409.079	Peruvian Yungas
LA VIRGEN	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Peruvian Yungas
TRASVASE LAVASEN QUISHUAR	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Peruvian Yungas
Pucara II	Pajonales y matorrales altimontanos de la Puna humeda	CES409.087	Peruvian Yungas
Pumayacu Cachiyacu	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Ucayali moist forests
SANTA TERESA	Bosque basimontano pluviestacional subhumedo de Yungas del sur	CES409.053	Peruvian Yungas
MARAÑÓN	Pajonales y matorrales altimontanos de la Puna humeda	CES409.087	Peruvian Yungas
PACOBAMBA	Matorral xerico interandino de Yungas	CES409.057	Peruvian Yungas
OREJA DE PERRO I	Matorral xerico interandino de Yungas	CES409.057	Peruvian Yungas
EL CAÑO	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Peruvian Yungas
SAN GABAN III	Bosque siempreverde subandino del suroeste de Amazonia	CES408.543	Southwest Amazon moist forests
Mayo II	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Ucayali moist forests

Proliferación de las represas hidroeléctricas en la Amazonía andina

Angel I	Bosque montano pluvial de Yungas	CES409.050	Peruvian Yungas
Mayo I	Bosque siempreverde subandino del oeste de Amazonia	CES408.565	Ucayali moist forests
Angel II	Bosque montano pluvial de Yungas	CES409.050	Peruvian Yungas
Angel III	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Peruvian Yungas
San Jose	Bosque y palmar basimontano pluvial de Yungas	CES409.048	Bolivian Yungas
SAN GABAN IV	Bosque montano pluvial de Yungas	CES409.050	Peruvian Yungas
Puchca	Bosque montano pluviestacional subhumedo de Yungas	CES409.921	Peruvian Yungas
PUCARA	Pajonales y matorrales altimontanos de la Puna humeda	CES409.087	Central Andean wet puna
SAN GABAN 1	Bosque montano pluvial de Yungas	CES409.050	Peruvian Yungas
MAZAN	Areas Intervenidas	100	Napo moist forests
Yanamayo	Bosque y arbustal basimontano xerico de Yungas del norte	CES409.079	Peruvian Yungas
CURIBAMBA	Bosque basimontano pluviestacional humedo de Yungas	CES409.054	Peruvian Yungas
BELO HORIZONTE	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Ucayali moist forests
RETAMAL	Bosque montano pluviestacional subhumedo de Yungas	CES409.921	Peruvian Yungas
Llata 2	Bosque montano pluviestacional subhumedo de Yungas	CES409.921	Peruvian Yungas
Llata 1	Bosque montano pluviestacional subhumedo de Yungas	CES409.921	Peruvian Yungas
Pulperia	Matorral xerico interandino de Yungas	CES409.057	Peruvian Yungas
Chusgón	Bosque y arbustal basimontano xerico de Yungas del norte	CES409.079	Marañón dry forests
Patás 2	Bosque y arbustal basimontano xerico de Yungas del norte	CES409.079	Peruvian Yungas
Man 270	Matorral xerico interandino de Yungas	CES409.057	Peruvian Yungas
Bolívar	Bosque y arbustal basimontano xerico de Yungas del norte	CES409.079	Marañón dry forests
Rupac	Bosque y arbustal basimontano xerico de Yungas del norte	CES409.079	Peruvian Yungas
Pauya-Cushabatay	Bosque del piedemonte del oeste de la Amazonia	CES408.572	Ucayali moist forests
SANDIA INA 30-INA 40	Bosque siempreverde subandino del suroeste de Amazonia	CES408.543	Bolivian Yungas
Patás 1	Bosque y arbustal basimontano xerico de Yungas del norte	CES409.079	Marañón dry forests
ILLAPANI	Bosque siempreverde subandino del suroeste de Amazonia	CES408.543	Peruvian Yungas
Yungas	Bosque y arbustal basimontano xerico de Yungas del norte	CES409.079	Marañón dry forests
Santa Rosa	Bosque y arbustal basimontano xerico de Yungas del norte	CES409.079	Marañón dry forests
OREJA DE PERRO	Matorral xerico interandino de Yungas	CES409.057	Peruvian Yungas
Pión	Bosque y arbustal basimontano xerico de Yungas del norte	CES409.079	Marañón dry forests
CHAGLLA	Bosque siempreverde subandino del oeste de Amazonia	CES408.565	Peruvian Yungas
INA 65-88-90	Bosque siempreverde subandino del suroeste de Amazonia	CES408.543	Southwest Amazon moist forests
San Pablo	Matorral xerico interandino de Yungas	CES409.057	Marañón dry forests
M3-CERRO EL AGUILA	Matorral xerico interandino de Yungas	CES409.057	Peruvian Yungas

Save America's Forests

Tambo 60	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Southwest Amazon moist forests
CHADIN 2	Bosque y arbustal basimontano xerico de Yungas del norte	CES409.079	Marañón dry forests
DEL NORTE	Bosque y arbustal basimontano xerico de Yungas del norte	CES409.079	Marañón dry forests
TAMBO- PUERTO PRADO	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Southwest Amazon moist forests
VERACRUZ	Bosque y arbustal basimontano xerico de Yungas del norte	CES409.079	Marañón dry forests
SANTA MARIA	Matorral xerico interandino de Yungas	CES409.057	Peruvian Yungas
Vizcatán	Bosque siempreverde subandino del suroeste de Amazonia	CES408.543	Peruvian Yungas
Pongo de Aguirre	Bosque siempreverde subandino del oeste de Amazonia	CES408.565	Ucayali moist forests
Cuquipampa	Bosque basimontano xerico de Yungas del sur	CES409.056	Peruvian Yungas
CUMBA 4	Bosque y arbustal basimontano xerico de Yungas del norte	CES409.079	Marañón dry forests
Balsas	Bosque y arbustal basimontano xerico de Yungas del norte	CES409.079	Marañón dry forests
Sumabeni	Complejo de vegetación sucesional riparia de aguas blancas de la Amazonia	CES408.550	Southwest Amazon moist forests
TAM40	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Southwest Amazon moist forests
PAQUITZAPANGO	Bosque basimontano pluviestacional subhumedo de Yungas del sur	CES409.053	Southwest Amazon moist forests
Inambari	Bosque siempreverde subandino del suroeste de Amazonia	CES408.543	Southwest Amazon moist forests
Rentema	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Eastern Cordillera real montane forests
MAINIQUE (Urubamba)	Bosque siempreverde subandino del suroeste de Amazonia	CES408.543	Southwest Amazon moist forests
Escuprebraga	Bosque siempreverde subandino del oeste de Amazonia	CES408.565	Ucayali moist forests
PONGO DE MANSERICHE	Areas intervenidas	Areas intervenidas	Ucayali moist forests

9.5.2012