

UNIVERSIDAD
ICESI

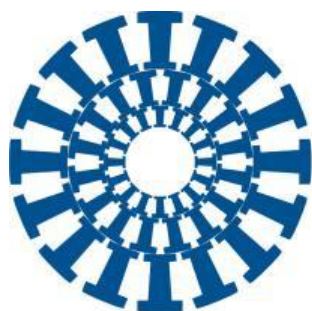
LA ENERGÍA HIDROELÉCTRICA: FUENTE DE MITIGACIÓN DEL CAMBIO
CLIMÁTICO Y DE ECOTURISMO

*BORIS SEBASTIAN AGUIRRE CAREIS
GERALDINNE CALDERÓN LÓPEZ*

DRA. MARÍA CRISTINA AMÉZQUITA ORTIZ

UNIVERSIDAD ICESI

JUNIO 1 DEL 2022



UNIVERSIDAD
ICESI

LA ENERGÍA HIDROELÉCTRICA: FUENTE DE MITIGACIÓN DEL CAMBIO
CLIMÁTICO Y DE ECOTURISMO

*BORIS SEBASTIAN AGUIRRE CAREIS
GERALDINNE CALDERÓN LÓPEZ*

DRA. MARÍA CRISTINA AMÉZQUITA ORTIZ

UNIVERSIDAD ICESI
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y ECONÓMICAS
ECONOMÍA Y NEGOCIOS INTERNACIONALES

CALI-VALLE DEL CAUCA

JUNIO 1 DEL 2022

RESUMEN

El proyecto de grado expuesto busca evidenciar que la construcción de una central hidroeléctrica es una fuente de mitigación del cambio climático y, además un atractivo ecoturístico. Por esa razón, el principal objetivo planteado es analizar la energía hidroeléctrica como una alternativa de reducción de gases de efecto invernadero (GEI) y cómo estas centrales ofrecen múltiples beneficios en los lugares donde están construidas.

ABSTRACT

The exposed degree project seeks to demonstrate that the construction of a hydroelectric power plant is a source of mitigation of climate change and an ecotourism attraction. For that reason, the main objective is to analyze hydroelectric energy as an alternative to reduce greenhouse gases (GHG) and how these plants offer multiple benefits in the places where they are built.

Palabras clave: Mitigación, Ecoturismo, Energía, Hidráulica

Key words: Mitigation, Ecotourism, Energy, Hydropower

Tabla de contenido

Objetivo general.....	6
Objetivos específicos.....	6
Introducción	7
Marco teórico	8
Historia	8
La energía hidráulica como fuente para generar electricidad:.....	9
Matriz energética mundial, de países líderes, y de los principales países productores de energía hidroeléctrica.....	10
Matriz energética de Colombia 2017	13
Principales países productores de energía hidroeléctrica	14
Cadena de producción de la energía hidroeléctrica y sus emisiones de GEI	16
Partes de una central hidroeléctrica.....	16
Gases de efecto invernadero emitidos en la cadena productiva	19
Política internacional y colombiana sobre la energía hidroeléctrica para la mitigación del cambio climático	20
Política internacional para alentar el desarrollo y uso de energías renovables.....	20
Política colombiana	21
Incentivos estatales para compañías que inviertan en energías renovables para la reducción de los GEI en Colombia:.....	22
¿Cómo las energías renovables mitigan el cambio climático?.....	22
La central hidroeléctrica: una oportunidad para el ecoturismo	23
¿Qué es el ecoturismo?	23
Importantes centrales hidroeléctricas con oferta de ecoturismo	24
Principales centrales hidroeléctricas con oferta de ecoturismo en Colombia	28
Centrales hidroeléctricas que suministran energía a la ciudad de Cali.....	31
Trabajo de campo: La central hidroeléctrica de Calima como fuente de ecoturismo para Valle del Cauca, Colombia y el mundo.....	32
Metodología	32
Análisis y resultados de la encuesta	32
Conclusiones	34
Referencias.....	36

Tabla de ilustraciones

Ilustración 1. Central hidroeléctrica clásica.....	9
Ilustración 2. La fuente de Filipo, 338a.C, Macedonia la más antigua obra hidráulica del mundo aún en uso.....	10
Ilustración 3. Ruedas hidráulicas en Hama-Siria Siglo XII.	10
Ilustración 4. Participación de la energía hidroeléctrica en la Matriz Energética Mundial en 1973 y en 2018.....	11
Ilustración 5. Matriz energética de Estados Unidos en 1975 y en 2018.	11
Ilustración 6. Matriz energética de Japón en 1975 y en 2018.	12
Ilustración 7. Matriz energética de China en 1975 y en 2018.	12
Ilustración 8. Participación de la energía hidráulica en la Matriz Energética de Colombia.....	14
Ilustración 9. Ranking de los principales países productores de energía hidráulica en 2018.	15
Ilustración 10. Regiones que aumentaron su inversión en Energías Renovables: 2004 a 2013.....	16
Ilustración 11. Partes de una Central Hidroeléctrica.....	18
Ilustración 12. Funcionamiento de una central hidroeléctrica.....	18
Ilustración 13. Presa de Las Tres Gargantas, China.	24
Ilustración 14. Presa Itaipú, Paraguay y Brasil.	25
Ilustración 15. Presa Atatürk, Turquía.....	26
Ilustración 16. Cataratas del Niágara, compartida con Canadá y Estados Unidos.....	27
Ilustración 17. Presa Hoover, Estados Unidos.	28
Ilustración 18. Represa Peñol, Guatapé.	29
Ilustración 19. Represa Calima, Darien-Valle del Cauca.	30
Ilustración 20. Embalse Salvajina, Suárez-Cauca.	31
Ilustración 21. Supuesto del crecimiento en número de empresas, si no se hubiera construido la central hidroeléctrica de Calima.....	33
Ilustración 22. Empresas creadas después de la construcción de la central hidroeléctrica Calima. ...	33

Objetivo general

Analizar la Energía hidráulica-una fuente natural, renovable e infinita y limpia para la generación de energía eléctrica en el mundo- como una alternativa para reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) producidas por los combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural) entendiendo su cadena productiva y las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que se generan en cada etapa, comparándolas con las generadas por combustibles fósiles. Presentar los países líderes en el uso de la energía hidroeléctrica en su matriz energética y analizar la política mundial y colombiana para enfrentar el Cambio Climático a través del uso de energía renovables como la energía hidroeléctrica. Además, analizar el beneficio adicional de muchas Centrales Hidroeléctricas del mundo como fuente de ecoturismo, ofreciendo beneficios económicos, sociales y ambientales para la región y país donde están construidas.

Objetivos específicos

- Exponer la evolución de la Energía hidroeléctrica en el mundo y de la construcción de centrales hidroeléctricas
- Describir las principales centrales hidroeléctricas a nivel mundial, países en vía de desarrollo y en Colombia
- Analizar las Matrices Energéticas de los países que son potencias a nivel mundial y de países líderes en el uso de la energía hidroeléctrica especialmente de países de la América Latina y en particular de Colombia.

- Presentar las decisiones de política internacional y colombiana referente a la lucha contra el Cambio Climático y la importancia de la transición energética de combustibles fósiles a energías renovables como la energía hidroeléctrica.
- Comprender y enfatizar la contribución positiva de algunas centrales hidroeléctricas en el mundo para la generación de ecoturismo.
- Demostrar, como Estudio de Caso, el desarrollo del ecoturismo en torno a La Central Hidroeléctrica de Calima, Valle del Cauca, Colombia, y su contribución al crecimiento económico, bienestar social y mejoramiento ambiental de su área de influencia.

Introducción

El mundo ha experimentado que la energía a base de combustibles fósiles, además de su gran contribución y servicio al desarrollo de las sociedades actuales, ha producido un deterioro al medio ambiente. El uso de combustibles fósiles se ha reconocido por el mundo científico como la mayor causa de emisiones de GEI y por ende del Cambio Climático. Apoyando el argumento anterior, se le atribuye a los combustibles fósiles el 75% de CO₂ y 72% de las emisiones de GEI en el globo terráqueo, según cifras del informe de World Resources Institute (2016) y, además, los combustibles de este tipo tienen subvenciones ineficientes por lo que se deberían ir eliminándose, tal como se planteaba en la COP26 United Nations. (2021).

Es por esto por lo que el mundo está buscando una transición hacia el uso de energías renovables y limpias, donde se incluye la energía hidroeléctrica. Este tipo de energía amigable con el medio ambiente se obtiene por medio de fuentes hídricas a través de centrales hidroeléctricas que, se han tecnificado a lo largo del tiempo y han aumentado su presencia a nivel mundial junto con su eficiencia y capacidad. Asimismo, algunas de estas centrales han

venido generando de manera indirecta una atracción ecoturística debido a diversos factores como: ubicación, tamaño, ambiente y potencial turístico. Para efectos de este trabajo se menciona las principales centrales hidroeléctricas que evidencian las mejoras en capacidad productiva de energía y que se han convertido en atractivos turísticos a día de hoy.

Marco teórico

La hidráulica o hídrica, hace referencia a lo que se mueve gracias a fluidos. El concepto se ha generalizado para referenciar el contener, conducir y elevar las aguas. Estas definiciones permiten referirse a la energía hidráulica como el tipo de energía que se produce por el movimiento del agua. También se conoce como energía hídrica, que se logra obtener a partir del aprovechamiento de la energía cinética y potencial de las corrientes, las mareas o los saltos de agua, lo que causa el movimiento de turbinas o ruedas. (Secretaria Del Medio Ambiente, 2022).

La hidroelectricidad requiere la construcción de presas, canales, la instalación de turbinas y diversos equipamientos para generar electricidad. Una central hidroeléctrica tradicional consta de: un depósito para almacenar agua, una presa que se abre y se cierra para controlar el paso del agua y una central eléctrica en la que se produce la electricidad (*Figura 1*).

Historia

Los antiguos romanos y griegos aprovechaban ya la energía del agua; utilizaban ruedas hidráulicas para moler trigo. Sin embargo, la posibilidad de emplear esclavos y animales de carga retrasó su aplicación generalizada hasta el siglo XII. Durante la edad media, las grandes ruedas hidráulicas de madera desarrollaban una potencia máxima de cincuenta caballos. (*Figuras 2 y 3*) (Expoenergía, 2017)

La energía hidráulica como fuente para generar electricidad:

La energía hidroeléctrica debe su mayor desarrollo al ingeniero civil británico *John Smeaton* (1724 -1792), que construyó por primera vez a mediados del siglo XVIII grandes ruedas hidráulicas de hierro colado. La hidroelectricidad tuvo mucha importancia durante la Revolución Industrial. Impulsó las industrias textiles, del cuero, y los talleres de construcción de máquinas a principios del siglo XIX, y ayudó al crecimiento de las nuevas ciudades industriales que se crearon en Europa y América. (Energía Hidráulica)

La primera central hidroeléctrica se construyó en Niagara Falls, Canadá, en 1879. En 1881 las farolas de la ciudad de Niagara funcionaban mediante energía hidroeléctrica. En 1882, la segunda central hidroeléctrica del mundo comenzó a funcionar en Estados Unidos en Appleton, Wisconsin. La energía hidroeléctrica genera electricidad de la forma más barata en la actualidad. Esta fuente de energía es limpia y se renueva cada año a través del deshielo y las precipitaciones. Además, genera electricidad de la forma más barata en la actualidad. (Energía Hidráulica)



Ilustración 1. *Central hidroeléctrica clásica.*

Fuente. *Greenteach*



Ilustración 3. La fuente de Filipo, 338a.C, Macedonia la más antigua obra hidráulica del mundo aún en uso.

Fuente: *Ancient-origins*



Ilustración 2. Ruedas hidráulicas en Hama-Siria Siglo XII.

Fuente: *ABC.es*

Matriz energética mundial, de países líderes, y de los principales países productores de energía hidroeléctrica

La energía hidroeléctrica, como otras energías renovables, representa un bajo porcentaje de las fuentes de energía eléctrica a nivel mundial, pasando de representar 1.8% de la matriz energética mundial en 1973, a 2.5% en el 2018 (figura 4).

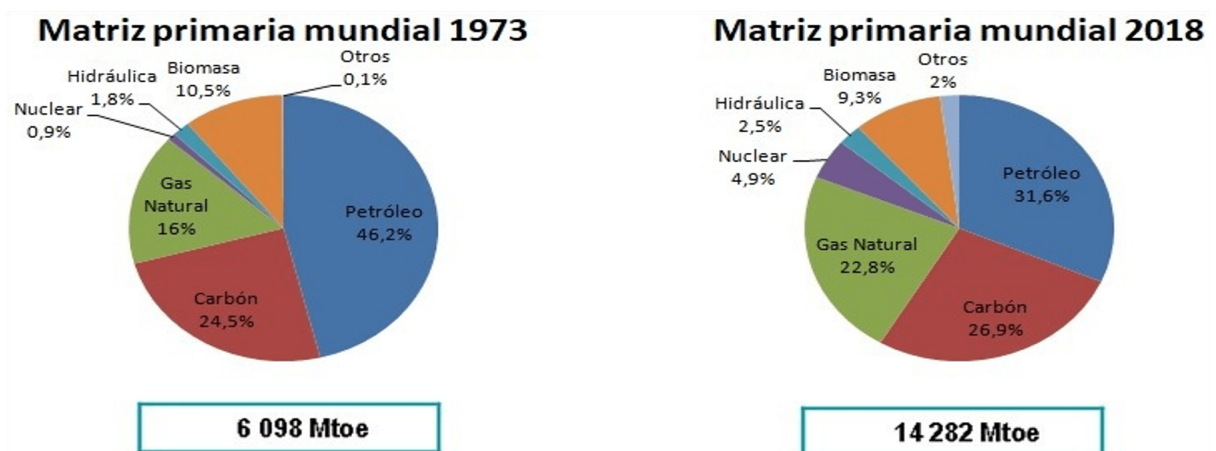


Ilustración 4. Participación de la energía hidroeléctrica en la Matriz Energética Mundial en 1973 y en 2018.

Fuente. Energy Information Organization

Estados Unidos (figura 5) nos presenta un cambio entre 1975 y 2018 en su manera de obtención de energía para suministrar al país, con la implementación de energías renovables pasando de representar el 7% al 18% de la matriz energética entre 1975 y 2018. Para el caso de la energía hidráulica representa solo el 3% de la matriz energética, y se observa siempre la predominancia del uso de combustibles fósiles.

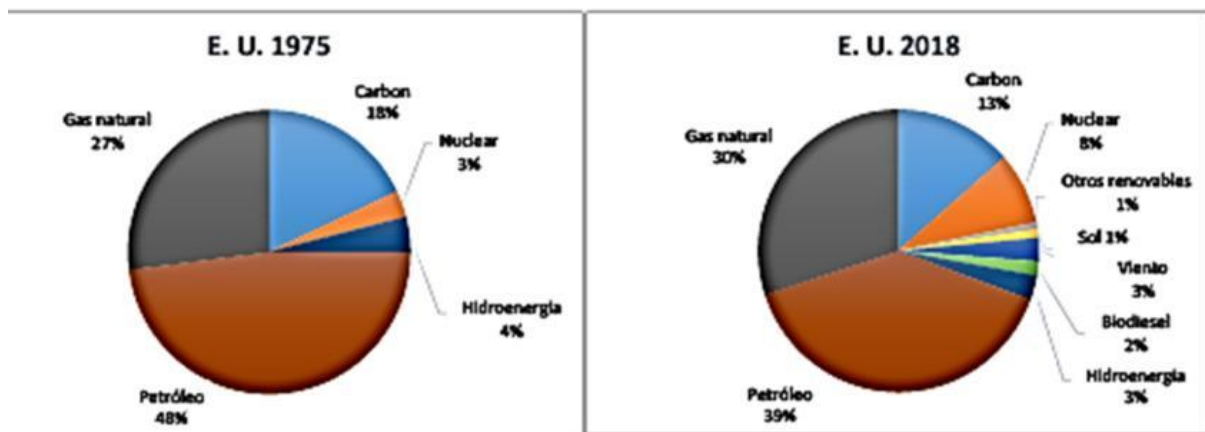


Ilustración 5. Matriz energética de Estados Unidos en 1975 y en 2018.

Fuente. Energy Information Organization, 2019; BP Statistical Review of World Energy, 2019.

Japón muestra un cambio hacia una diversificación de energías renovables en su matriz energética, pero, se redujo la energía hidroeléctrica de un 6% a 4%. Esto se evidencia con el uso intensificado de combustibles fósiles (Figura 6).

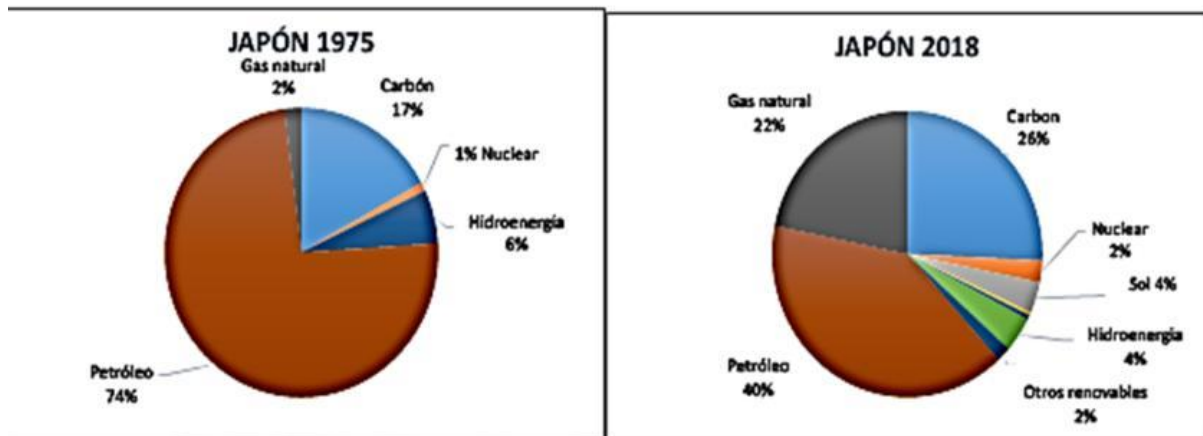


Ilustración 6. Matriz energética de Japón en 1975 y en 2018.

Fuente. Energy Information Organization, 2019; Fuente: BP Statistical Review of World.

China es una gran potencia que introdujo de 1975 a 2018 otras energías renovables aparte de la hidroeléctrica, como son la eólica, solar, entre otras. Y, la hidroenergía creció de 3% a 8% en el gran asiático, pero no se equipará frente al carbón que se mantiene en primera posición desde el inicio del periodo en cuestión. (Figura 7)

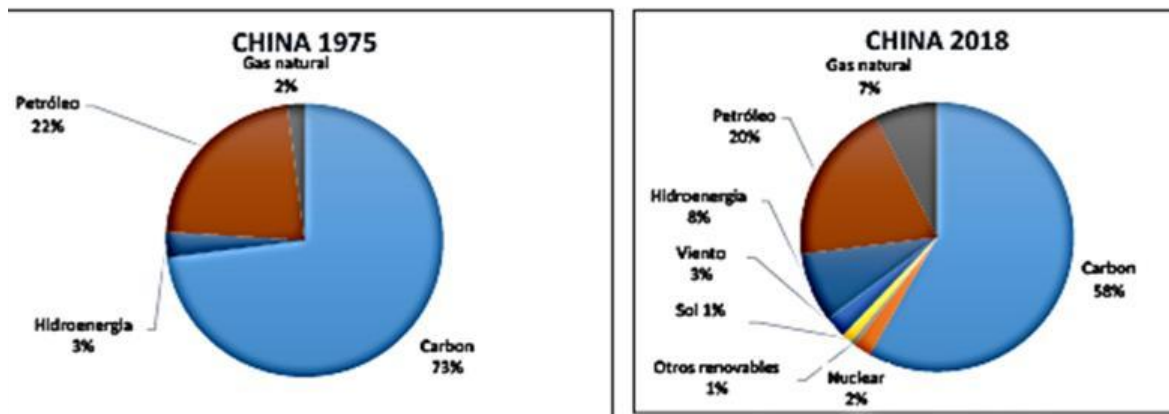


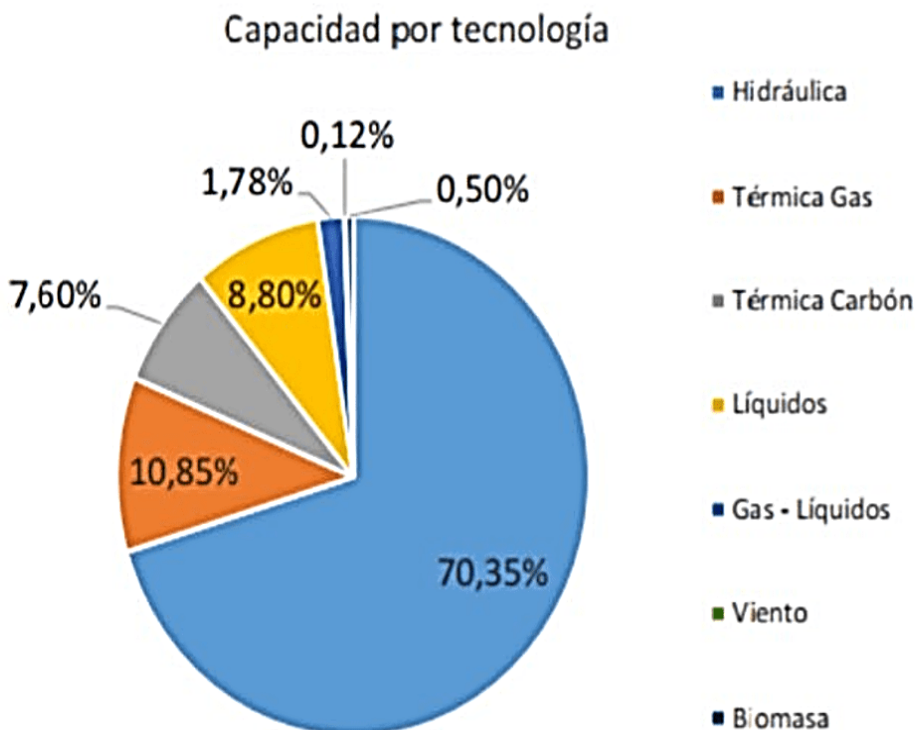
Ilustración 7. Matriz energética de China en 1975 y en 2018.

Fuente. Energy Information Organization, 2019; BP Statistical Review of World Energy, 2019.

Colombia es uno de los países con mayor riqueza hídrica, tanto en Latinoamérica, como a nivel global. De acuerdo con XM, el operador del Sistema Interconectado Nacional (SIN) y

administrador del Mercado de Energía Mayorista (MEM) de Colombia, hoy en día están en funcionamiento 28 centrales hidroeléctricas despachadas centralmente y 115 pequeñas centrales hidroeléctricas no despachadas centralmente (Sebastián Montes). Así, la generación de energía eléctrica del país según su matriz energética está basada en un 70,35% en energía hidráulica en el 2017, y en un 65% en el 2020 con el 35% restante generado por centrales a base de combustibles fósiles (petróleo, gas y carbón) y un pequeño porcentaje en otras energías renovables, solar y eólica. Además de su inmensa riqueza hídrica, Colombia también cuenta con abundantes recursos naturales renovables como el solar y eólico, que representan un gran potencial para la generación de energía eléctrica a gran escala. (Figura 8)

Matriz energética de Colombia 2017



Fuente de datos: Sistema de información de XM
Fuente de gráfica: UPME

Ilustración 8. Participación de la energía hidráulica en la Matriz Energética de Colombia

Principales países productores de energía hidroeléctrica

La eficiencia al igual que la limpieza de esta ha logrado reducir el consumo de energía hidráulica a nivel mundial, en la década anterior al 2018, aumentó en 950 millones de toneladas aproximadamente. Países con diversas fuentes hídricas han aprovechado su utilidad para disminuir el uso de energías no renovables que afectan al medio ambiente y a las personas. Dentro de los principales productores de energía hidroeléctrica (expresada en millones de KW/hora) se encuentran: (*Figura 9*)

- **China:** durante el 2018 este país produjo alrededor de 272 mil toneladas KW/H de esta energía superando al segundo en el ranking con una vasta diferencia de más del triple aproximadamente. Este país cuenta con la primera y la segunda hidroeléctrica más grande del mundo como se explicará más adelante, y son "Tres gargantas" y Xiluodu.
- **Brasil:** este país cuenta con la segunda planta más grande del mundo sobre el río Paraná la central de Itaipú que se explicará más adelante.
- **Canadá:** El abastecimiento del país de energía eléctrica depende en un 58,9% de energía hidroeléctrica es decir 77,6 GW de capacidad instalada y planea para el 2025 aumentar esta capacidad hasta los 84,8 GW. Dentro de las centrales se encuentran Seymour Generating Station, Healey Falls Generating Station, la Appleton G. E. (sobre el río Mississippi), y la central Saint Lambert son algunas de las principales generadoras que llevan energía a diferentes zonas del país.
- **Estados Unidos:** En la matriz energética los sectores con más crecimiento de generación de energías renovables son la eólica y la solar, Estados Unidos cuenta con una de las hidroeléctricas más grandes de la central Grand Coulee situada en el Río Columbia en Washington.

- **Rusia:** en este país cuenta con dos de las centrales hidroeléctricas más grandes del mundo la krasnoyarsk ubicada en Divnogorsk, y la Sayano-Shúshenskaya situada en el río Yenisei en Jakasia y de su producción el 70% se utiliza para 4 fundiciones de aluminio en Siberia.

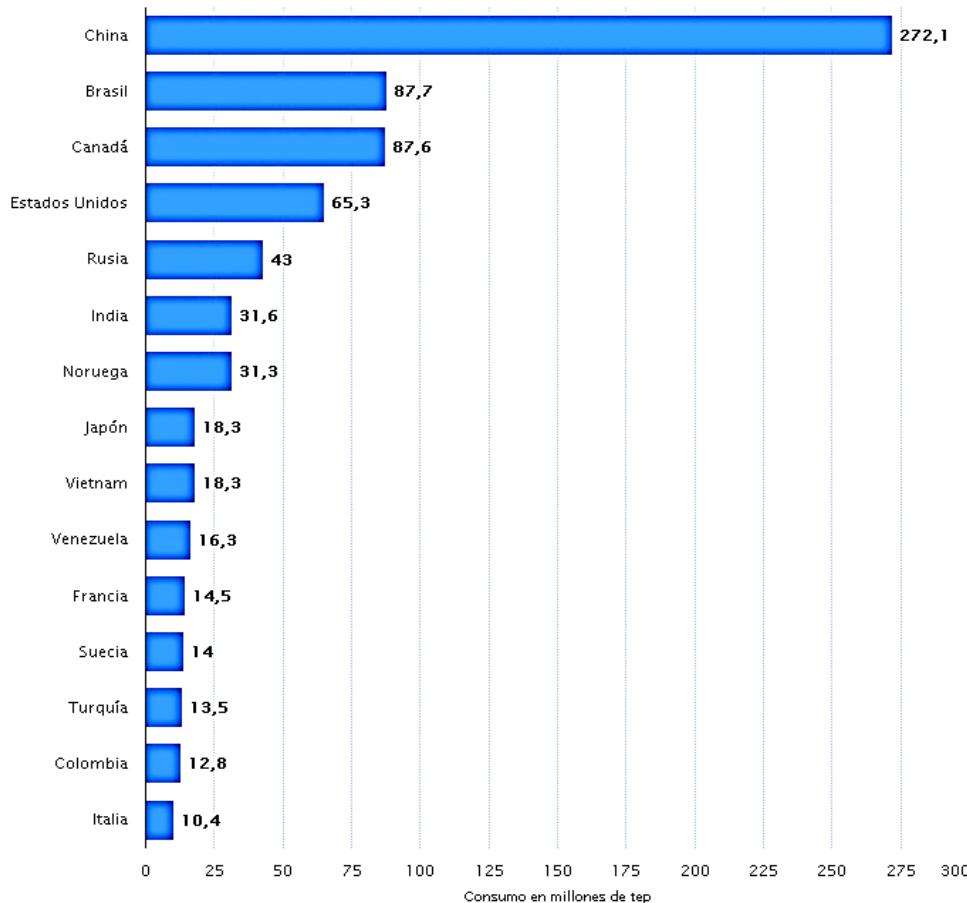


Ilustración 9. Ranking de los principales países productores de energía hidráulica en 2018.

Fuente: Statista año 2018

El World Wildlife Fund for Nature (WWF), establece en su documento The Energy Report la siguiente visión: “Para el 2050 podremos obtener toda la energía que necesitamos a partir de fuentes renovables. Esa transición no sólo es factible, sino costo-efectiva, entregando energía asequible para todos, y produciéndose en forma sostenible para el planeta y nuestra economía global.”. Por último, la IEA, en su última proyección, estima que al 2040, la producción

energética estará distribuida en cuatro cuartas partes: petróleo, gas, carbón y renovables.

La figura 10 muestra que durante el período 2004-2013, las regiones que aumentaron considerablemente su inversión en energías renovables fueron Europa, China y Estados Unidos.

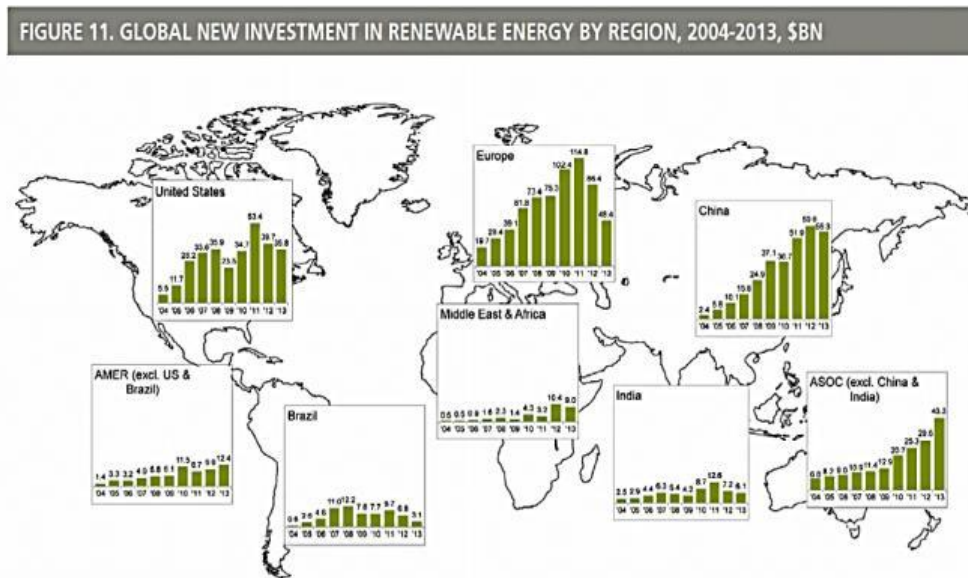


Ilustración 10. Regiones que aumentaron su inversión en Energías Renovables: 2004 a 2013.

Fuente de datos: UNEP, Bloomberg Y New Energy Finance
Fuente de Gráfica: Bloomberg.

Cadena de producción de la energía hidroeléctrica y sus emisiones de GEI

Partes de una central hidroeléctrica

La figura 11 muestra una central hidroeléctrica y sus partes que constan de:

- **Presa:** Aquí se encajona el agua o se represa con el fin de crear un desnivel por donde va a caer el agua y, así se aprovechará esta fuerza gracias a la caída del líquido. Las

presas pueden ser de diferentes materiales, desde tierra hasta de hormigón. (Iagua, 2012)

- **Aliviaderos:** se encargan de liberar parte del agua detenida sin pasar por la sala de máquinas que puede utilizarse para necesidades de riego. Se encuentran en la pared principal de la presa y pueden ser de fondo o de superficie. La mayoría del agua se pierde en una cuenca que se encuentra a pie de presa, para evitar que el agua genere deterioros al caer. (Iagua, 2012)
- **Tomas de agua:** se encargan de recoger el agua embalsada para llevarla hasta las máquinas por medio de un canal o tubería forzada. Las tomas de agua presentan unas compuertas para regular la cantidad de agua que llega a las turbinas y unas rejillas filtradoras para impedir el paso a elementos extraños (troncos, ramas, etc). (Iagua, 2012)
- **Casa de máquinas:** es donde se ubican las máquinas (turbinas-alternadores, turbina hidráulica, eje y generador eléctrico) y los elementos de regulación y comando. Presenta unas compuertas de entrada y salida que se emplean para poder dejar sin agua la zona de las máquinas en caso de reparación o desmontajes. (Iagua, 2012)
- **Turbinas hidráulicas:** se encarga de aprovechar la energía del agua que pasa a través para producir un movimiento de rotación mediante su propio eje. Existen tres tipos principales: la rueda Pelton, la turbina Francis y la turbina Kaplan (o de hélice). (Iagua, 2012)
- **Transformadores:** son dispositivos eléctricos que sirven para aumentar o disminuir la tensión de un circuito eléctrico de corriente alterna manteniendo la potencia. (Iagua, 2012)
- **Líneas de transporte de energía eléctrica:** cableado para transmitir la electricidad producida. (Iagua, 2012)

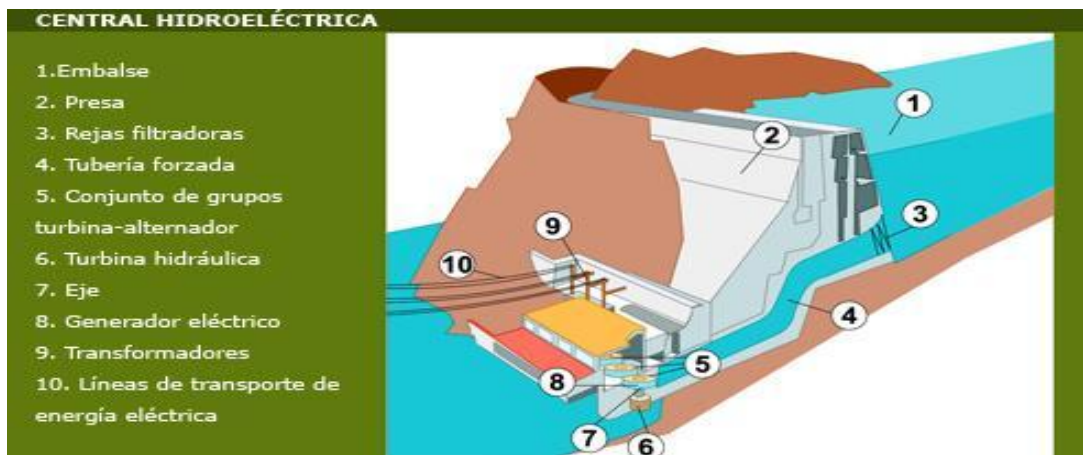


Ilustración 11. Partes de una Central Hidroeléctrica.

Fuente: *EducaMadrid*

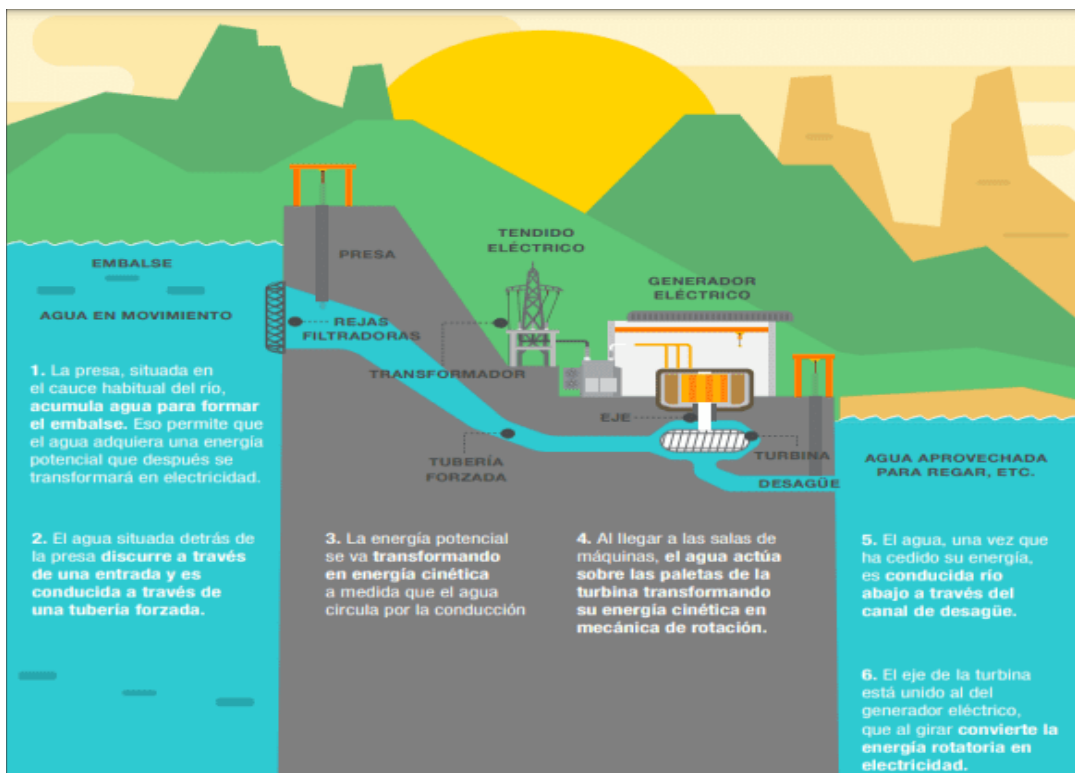


Ilustración 12. Funcionamiento de una central hidroeléctrica.

Fuente: *Iberdrola*

Gases de efecto invernadero emitidos en la cadena productiva

La energía hidroeléctrica no emite GEI en la generación de la energía eléctrica, pero si emite GEI en algunas fases, principalmente en la construcción de las centrales hidráulicas. Los gases emitidos son los siguientes:

- CO₂ (Transporte, construcción)
- Metano (CH₄) (Transporte, construcción)
- Óxido nitroso (N₂O) (Transporte, construcción)
- Hidrofluorocarbonos (HFC) (Instalación de refrigerantes y extintores)
- Hexafluoruro de azufre (SF₆) (Construcción de las redes de energía, torres de alta tensión, transformadores)
- Perfluorocarbonos (PFC) (en la fase de construcción de la central hidráulica)

Además, la construcción de una central hidroeléctrica conlleva costos ambientales y sociales que pueden evitarse o reducirse si se evalúan cuidadosamente y se implantan medidas correctivas. Si esto no se hace en la fase de planeación de la central hidráulica, durante su construcción se pueden generar problemas indeseados como la deforestación, el desplazamiento de grupos étnicos, alteración del territorio, de su biodiversidad, dificultar la navegación fluvial debido al transporte de materiales aguas abajo.

La energía hidroeléctrica es una fuente de mitigación del cambio climático pues contribuye a disminuir las emisiones dadas generadas a raíz de la quema de combustibles fósiles. Sin embargo, como los caudales de agua no son constantes a través de las diferentes estaciones, es probable que la disponibilidad de agua para la generación de energía se vea afectada por el

cambio en los patrones de precipitación, lo que exige combinar el uso de esta fuente de energía con las de combustibles fósiles.

Política internacional y colombiana sobre la energía hidroeléctrica para la mitigación del cambio climático

Política internacional para alentar el desarrollo y uso de energías renovables

El apoyo a las políticas para energías renovables ha impulsado el crecimiento del volumen del mercado y a una competencia mundial alta. Las reducciones en los costos, en especial para la energía solar fotovoltaica (FV) y la eólica, han jugado un rol importante en la electrificación del transporte y en los aparatos de calefacción. Lo anterior ha resaltado el potencial para una mayor superposición entre los sectores en un futuro cercano. (Ren21)

En cuanto a la política internacional sobre energías renovables, se mencionan tres organizaciones relevantes a nivel mundial: 1. Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA), cuyo objetivo es facilitar la cooperación, promover el conocimiento, la adopción y el uso sostenible de energías renovables; 2. Agencia Internacional de Energía (AIE), organización intergubernamental creada por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) tras la crisis del petróleo de 1973, actúa como asesor en política energética para sus 30 países miembros en su esfuerzo de asegurar una energía responsable, asequible y limpia para sus ciudadanos (UNIVERSIDAD JOSE ANTONIO PAEZ). Entre sus miembros se encuentran: Alemania, Canadá, Corea del Sur, España, Estados Unidos, Japón, México y Reino Unido, entre otros. Actualmente Chile, Israel, Islandia y Eslovenia se encuentran en proceso de incorporación; (Agencia Internacional de la Energía) 3. Red de Políticas de Energías Renovables para el Siglo XXI (REN21), grupo de expertos y de gobiernos, cuyo objetivo es facilitar el desarrollo de políticas, el intercambio de conocimientos

y la acción conjunta hacia una rápida transición global hacia las energías renovables. Entre los 17 objetivos de la Agenda Mundial de Desarrollo Sostenible 2015-2030, se incluye como objetivo 7 “garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna”.

Entre las políticas internacionales para alentar el desarrollo y el uso de energías renovables se incluyen impuestos e incentivos tales como: **Impuesto ambiental** que se cobra a los servicios de electricidad, con exención a los proveedores de energía renovables, cuya ganancia se deposita en un fondo para apoyar la energía renovable y el desarrollo de tecnologías de eficiencia energética. (*Organización de los Estados Americanos OEA*); **Exención fiscal** para el desarrollo de proyectos de energías renovables.

Política colombiana

La política energética colombiana se encuentra definida en el Plan Energético Nacional 2020-2050 que fija una visión de largo plazo para el sector energético, incluyendo leyes y decretos para el desarrollo de energías renovables en especial para energía hidroeléctrica. **La ley 51 de 1989**, crea la Comisión Nacional de Energía, encargada de la planeación energética, y en particular de “aprobar los programas de generación eléctrica no convencional, efectuar, contratar o promover la realización de estudios para establecer la conveniencia económica y social de su desarrollo y adoptar la política respectiva” (UPME, 2010b, 2-4). **La ley 143 de 1999**, conocida como “Ley Eléctrica”, otorga a la UPME la función de elaborar y actualizar el Plan Energético Nacional (PEN), y dispone que el Estado es el encargado de “asegurar la adecuada incorporación de los aspectos ambientales en la planeación y gestión de las actividades del sector” (UPME, 2010b, 2-5). **Ley 1665 de 2013**, aprueba el estatuto de IRENA, de la cual Colombia es miembro, y a través de su **Decreto 570 de marzo 2018** explora el uso de fuentes renovables que complementen la generación hidroeléctrica, ya que los impactos del

cambio climático en Colombia acentúan la vulnerabilidad de las centrales hidroeléctricas para garantizar la seguridad energética del país. Esta ley esta respaldada por la ley 1715 de 2014 y por el **decreto 298 de 2016** que establece la organización y funcionamiento del Sistema Nacional de Cambio Climático (SISCLIMA) para gestionar la mitigación de gases efecto invernadero y la adaptación al cambio climático en el país.

Incentivos estatales para compañías que inviertan en energías renovables para la reducción de los GEI en Colombia:

Deducción especial en el impuesto de renta, (Artículo 11 de la Ley 1715 de 2014; Artículo 2.2.3.8.2.1. y siguientes del Decreto 2143 de 2015) que aplica a contribuyentes declarantes del impuesto sobre la renta que realicen directamente nuevas erogaciones en investigación, desarrollo e inversión para la producción y utilización de energía a partir FNCE o gestión eficiente de la energía, quienes tendrán derecho a deducir hasta el 50% del valor de las inversiones. (MURILLO) **Depreciación acelerada,** (Artículo 14 de la Ley 1715 de 2014; Artículo 2.2.3.8.5.1. del Decreto 2143 de 2015). Gasto que la ley permite que sea deducible del impuesto sobre la renta, por una proporción del valor del activo que no puede superar el 20% anual. **Exclusión del IVA de bienes y servicios** nacionales o importados para inversiones en energías renovables (Artículo 12 de la Ley 1715 de 2014; Artículo 2.2.3.8.3.1. del Decreto 2143 de 2015; Ley 1715 art. 12, Decreto 2143; Artículo 2.2.3.8.3.1). **Exención de gravámenes arancelarios** por la importación de maquinaria, equipos, materiales e insumos destinados exclusivamente para labores de pre-inversión y de inversión de proyectos con FNCE. (Ley 1715 art. 13; Decreto 2143 de 2015 Arts. 2.2.3.8.4.1). (HACIENDA)

¿Cómo las energías renovables mitigan el cambio climático?

Desde el inicio de la era industrial, la generación de energía proveniente de los combustibles fósiles-carbón, petróleo y gas natural- ha ido en aumento. Toda nuestra sociedad depende de

estas fuentes de energía, y en ellas se ha basado la economía del mundo. Desafortunadamente, estas fuentes, en las distintas etapas de su cadena productiva, impactan negativamente al medio ambiente, especialmente por sus altos niveles de emisión de dióxido de carbono (CO₂) y de metano (CH₄) entre otros GEI. Según el IPCC, 2018, las emisiones de CO₂ pasaron de 278 ppm en 1750 a 493.3 ppm en 2016, representando un crecimiento de 145%; las de metano (CH₄) pasaron de 722 ppb en 1750 a 1853 ppb en 2016, representando un crecimiento de 257%; las de óxido nitroso (N₂O) pasaron de 270 ppb en 1750 a 329 ppb en 2016, representando un crecimiento de 122%. (IPCC)

Dado que el fenómeno ambiental denominado Cambio Climático Global, se ha generado por el incremento exponencial de las emisiones de GEI producidos por la industrialización, se hace entonces necesario mejorar la eficiencia y reemplazar paulatinamente energías fósiles por renovables, ya que estas son recursos limpios e inagotables que proporciona la naturaleza. Estas energías, en su cadena productiva, emiten un nivel muy inferior de GEI que la cadena productiva del petróleo, del carbón y el gas natural, contribuyendo a la mitigación del cambio climático. (Asamblea General de las Naciones Unidas)

La central hidroeléctrica: una oportunidad para el ecoturismo

¿Qué es el ecoturismo?

Según la organización mundial del turismo (OMT), el ecoturismo es toda actividad turística que gira en torno a la naturaleza, donde los turistas se enfocan en la observación, percepción y exploración del ecosistema, derivando beneficios que incluyen la comprensión de la complejidad de la naturaleza y el bienestar físico y mental para ellos mismos. Este tipo de actividad genera a quien la ofrece, beneficios económicos que se suelen usar para el mantenimiento del propio medio ambiente, beneficios sociales porque crea oportunidades de

trabajo y labor para las comunidades allegadas y beneficios ambientales ya que exige la conservación y buen manejo del sitio ecoturístico. *OMT. (2002)*. Así, este tipo de turismo administrado con buena gobernanza cumple con los cuatro pilares del Desarrollo Sostenible (2015-2030) que son: desarrollo económico, bienestar social, conservación y manejo del capital natural y buena gobernanza (*Agenda Mundial de Desarrollo Sostenible 2015-2030, Asamblea General de las Naciones Unidas, Nueva York, 2015*).

Importantes centrales hidroeléctricas con oferta de ecoturismo

- **Represa Las Tres Gargantas**



Ilustración 13. Presa de Las Tres Gargantas, China.

Fuente: *Sectorelectricidad – La central hidroeléctrica más grande del mundo*

La Presa de las Tres Gargantas se construyó en 1994 reubicando alrededor de 1.200.000 habitantes debido a su gran tamaño. Por su tamaño, es una de las plantas hidroeléctricas más grandes del mundo, ubicada en China sobre el río Yangtsé en la ciudad Yichang. Con más de 2 kilómetros de presa y según el periódico de la energía mediante su publicación y evaluación de las medidas para el año 2021, menciona que la capacidad de la central hidroeléctrica de

generar electricidad es de 22.500 mW/día (*La central hidroeléctrica china de Tres Gargantas bate el récord mundial de generación eléctrica anual al alcanzar los 111,8 TWh, 2021*). Además, se estima que anualmente atraen a más de 2 millones de turistas para visitar esta gran maravilla, y le suministra energía a 9 provincias y 2 ciudades.

- **Represa Itaipú**



Ilustración 14. Presa Itaipú, Paraguay y Brasil.

Fuente: *History Channel – BRASIL Y PARAGUAY CONSTRUYEN LA REPRESA HIDROELÉCTRICA MÁS GRANDE DEL MUNDO*

El Banco Interamericano de Desarrollo afirma que Brasil cuenta con 147 centrales hidroeléctricas para el año 2019 (*Manoel Fernandes, Arturo Alarcon, 2019*). Una de ellas es La Represa de Itaipú, binacional compartida por Brasil y Paraguay, construida en 1971 suministra energía al 25% de la población de Brasil y 95% de la población de Paraguay y hasta el 2011 se consideraba la central hidroeléctrica más grande del mundo, cuando fue superada por la Presa de las Tres Gargantas en China. Según Itaipú Binacional estima que la central tiene la capacidad de generar 14 mW/día para el año 2021 (*Itaipú Binacional, 2021*). Además, recibe más de 1 millón 25 mil turistas. Entre

1977 y 2015 se estima que ha sido visitada por más de 19 millones de turistas de más de 188 países y territorios.

- **Presa de Atatürk**



Ilustración 15. Presa Atatürk, Turquía.

Fuente: *Megaconstrucciones – Presa de Atatürk*

Esta presa está ubicada en Atatürk Barajı, en el suroriente de Turquía, se inauguró en 1990 con una capacidad instalada de 2.4 mW/día (*Perczyk, 2008*) con capacidad de solventar durante siete años la energía en el país. A partir de 1993 se convirtió en la más grande del país y hoy en día es una de las más grande del mundo. La Presa Atatürk es un atractivo turístico de la zona y recibe más de 50 mil turistas al año.

- **Cataratas del Niágara**



Ilustración 16. Cataratas del Niágara, compartida con Canadá y Estados Unidos.

Fuente: *Albert Bierstadt – Niagara, American side.*

En 1893 se construyó la primera central hidroeléctrica ubicada en la frontera del sur de Canadá con el norte de Estados Unidos, cuyo nombre real es *Robert Moses Niágara Power Plant*. Su función inicial fue la de suministrar electricidad a la línea de tren que conectaba Niagara Falls con las localidades de Queenston y Chippawa. Actualmente, es uno de los destinos turísticos más importantes del mundo por su inmensa belleza natural y recibe aproximadamente 30 millones de turistas al año, generando un beneficio económico que se utiliza para financiar los servicios públicos y la infraestructura en los dos países involucrados. Las Cataratas del Niágara son un monumento natural de 12.000 años de antigüedad y según el informe de Chapin “nuevo aprovechamiento hidroeléctrico sobre el río Niágara” la central tiene una capacidad de 2.190 mW/día de potencia para generar electricidad. Chapin, W. S. (1963).

- **La Presa Hoover**



Ilustración 17. Presa Hoover, Estados Unidos.

Fuente: *Ingeoexpert – La presa Hoover: su altura y su construcción*

La Presa Hoover fue construida entre 1931 y 1936, ubicada entre los estados de Arizona y Nevada en Estados Unidos. Se denomina *Lago Mead* en honor al ingeniero que supervisó el proyecto antes y durante su construcción y murió cuando se estaba finalizando. Además de suministrar electricidad a los estados de Arizona, Nevada y California, es un atractivo turístico visitado por más de 1 millón de personas cada año, y según un informe de Argos “Presa Hoover: construcción y patología de un ícono de la ingeniería” la central tiene la capacidad de generar 2.074 mW/día de electricidad. (360 en concreto, 2021)

Principales centrales hidroeléctricas con oferta de ecoturismo en Colombia

Como se mencionó anteriormente, Colombia posee una matriz energética muy limpia pues la energía hidroeléctrica, una energía renovable, es la fuente predominante de generación de electricidad. En 2017 representó el 70,35% de la matriz energética y en 2018 el 68,5%. Los recursos hídricos de Colombia son muy abundantes, y por ende el país ha construido importantes centrales hidroeléctricas para aprovechar su potencial de generación de

electricidad. A continuación, mencionamos las más relevantes tanto en generación de energía como en su oferta de ecoturismo.

- **Represa El Peñol**



Ilustración 18. Represa Peñol, Guatapé.

Fuente: *Tripadvisor – Presa del Peñol*

La Represa del Peñol, ubicada en Guatapé, departamento de Antioquia, inició su construcción en 1972 y terminó en 1979 y cuenta con una capacidad de 560 mW/día para generar electricidad (EPM, 2016). Es un sitio turístico muy reconocido que atrae a miles de visitantes nacionales y extranjeros por la belleza de la represa y del pequeño pueblo colonial de Guatapé. Además de las actividades acuáticas tales como: paseos en lancha, motos acuáticas, navegación a vela, kajak y yates, cuenta con hoteles ecoturísticos (glampings) para el hospedaje de los turistas.

- **Represa Calima**



Ilustración 19. Represa Calima, Darien-Valle del Cauca.

Fuente: *calimadarien – Represa Calima*

Esta represa, ubicada en el noroccidente del departamento del Valle del Cauca, Colombia, se construyó entre 1961 y 1966 y posee una capacidad instalada para generar 132 mW/día de energía para abastecer a todo el departamento. (CELSIA, 2021). Es uno de los más grandes lagos de América con una extensión de 19.3 km y el más grande de toda Colombia. La represa ha creado una zona turística formidable, con un total de 720.000 visitantes al año.

- **Represa La Salvajina**



Ilustración 20. Embalse Salvajina, Suárez-Cauca.

Fuente: *Celsia*

La central hidroeléctrica de Salvajina, alimentada por el Río Cauca, fue construida en 1985 y está ubicada al suroccidente de Colombia, municipio de Suarez, departamento del Cauca. Cuenta con una capacidad de 285 mW/día (CELSIA, 2017) y ayuda a controlar el caudal del río Cauca, mitigando las sequías del verano e inundaciones del invierno, aportando beneficios al sector agrícola mejorando la calidad de los suelos y generando electricidad para la población de Suarez y municipios aledaños. Es un paraíso poco conocido en Colombia para realizar deportes náuticos, paseos en lancha con guías locales, y posee hoteles y hostales para los turistas.

Centrales hidroeléctricas que suministran energía a la ciudad de Cali

La ciudad Santiago de Cali, capital del departamento del Valle del Cauca, cuenta con 2.2 millones de habitantes que se abastecen de electricidad mediante las siguientes centrales hidroeléctricas: Central hidroeléctrica Río Cali I y II, Represa de Anchicayá, Central hidroeléctrica Calima y Central hidroeléctrica Salvajina.

Trabajo de campo: La central hidroeléctrica de Calima como fuente de ecoturismo para Valle del Cauca, Colombia y el mundo.

Metodología

Para evaluar el crecimiento del ecoturismo a partir de la construcción de la central hidroeléctrica de Calima en 1966, se realizó un trabajo consistente en encuestas telefónicas, encuestas por correo electrónico y consultas por internet utilizando un Muestreo Estratificado Aleatorio de empresas y centros de ecoturismo que se fueron construyendo alrededor de la central hidroeléctrica de Calima a partir de 1966.

Se realizó un **muestreo** pues se consideró una muestra representativa de las empresas y ofertas ecoturísticas alrededor de la central hidroeléctrica de Calima con un número total de muestras de 272 seleccionadas de forma **aleatoria**. Los **estratos** considerados para la encuesta fueron las diferentes actividades y empresas ecoturísticas ofrecidas en la región:

1. Hoteles y cabañas para alojamiento ecoturístico cuyo atractivo es realizar visitas paisajísticas con un número de
2. Restaurantes y restaurantes-bar de comida rápida para atender a grupos ecoturísticos con un número de
3. Camping (áreas para acampar) y glamping (áreas para acampar glamurosas) con un número de
4. Centros deportivos náuticos (botes de remos, paseos en lancha y barcos, pesca deportiva, sky acuático, navegación con vela, sky-surf, wind-surf) con un número de

Las preguntas de la encuesta se presentan en el formato adjunto (figura...) y, fueron dos:

1. ¿Cuándo se consolidó como empresa? (Año)
2. ¿Cuál fue el motivo de su consolidación?
A. Ecoturismo B. Turismo C. Otro

Adicionalmente, se halló que solo dos empresas que prestaban servicios de ecoturismo se habían consolidado antes de la creación de la central hidroeléctrica de Calima (1955, 1966). A partir de esta información se generó un supuesto de ¿cuál sería el crecimiento de empresas de ecoturismo hasta el 2022 si no existiera la central hidroeléctrica? Este pronóstico, que se presenta en la figura 21 sugiere que sin la presencia de la central hidroeléctrica Calima se habrían establecido solamente 14 empresas.

En resumen, se analizaron 2 empresas que existían antes de la construcción de la central y 272 que se consolidaron a partir de la construcción de 1966.

Análisis y resultados de la encuesta

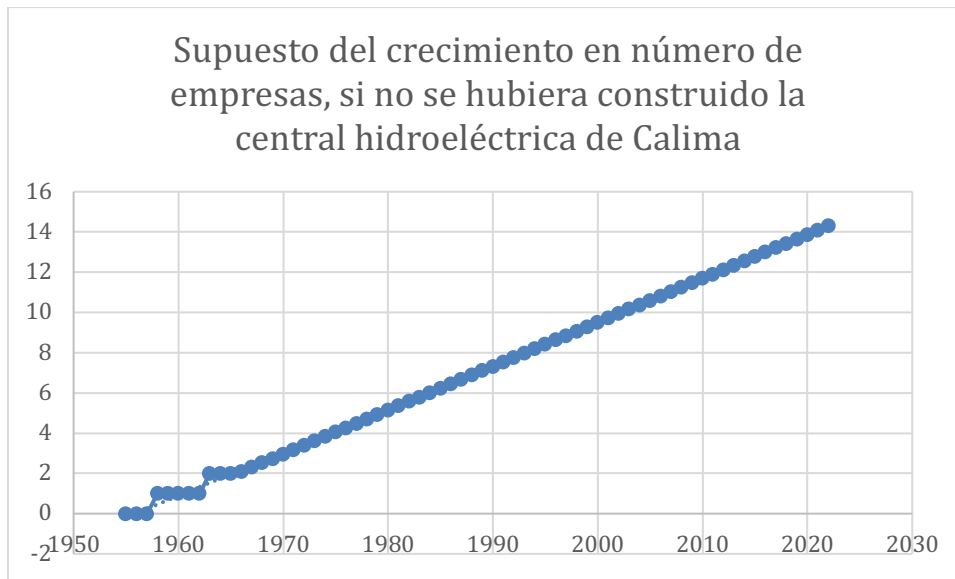


Ilustración 21. Supuesto del crecimiento en número de empresas, si no se hubiera construido la central hidroeléctrica de Calima.

Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos de cámara de comercio y gobernación del Valle.

La figura 21 sugiere que, si no se hubiera construido la central hidroeléctrica de Calima, el número de empresas que se consolidarían entre 1966 y 2022 sería de 14, por lo que durante 56 años habría habido un crecimiento anual de 0.2 empresas por año.

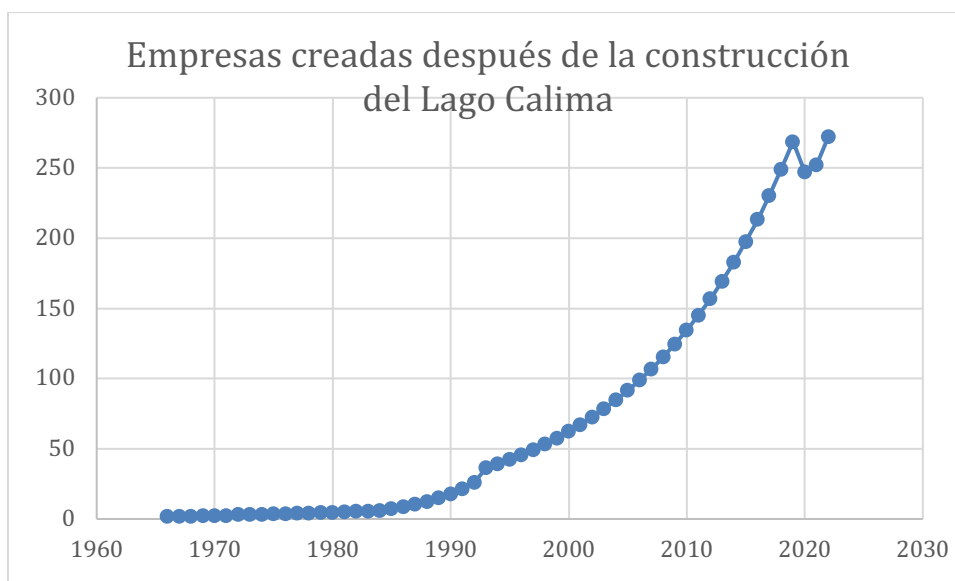


Ilustración 22. Empresas creadas después de la construcción de la central hidroeléctrica Calima.

Fuente: *Elaboración propia, datos obtenidos de cámara de comercio y gobernación del Valle.*

Con base en los datos obtenidos de la encuesta, después de la creación de la represa en 1966, tenemos el crecimiento real en número de empresas prestadoras de servicios turísticos - ecoturísticos hacia la zona del Darién - Valle del Cauca. Se obtuvo un promedio anual de ascenso en cantidad de empresas de 4.9 por año, pasando de un total de 2 en 1966 a 272 en 2022. Esto indica que la construcción de la central hidroeléctrica de Calima incremento de 14 empresas en el supuesto de si no se hubiera construido la represa a 272 después de su construcción. Los datos sugieren que las empresas existentes antes de la construcción de la represa ofrecían servicios de alojamiento únicamente. Por el contrario, las 272 empresas muestreadas, representan una diversificación muy amplia en la oferta ecoturística, así: Hospedaje y cabañas (23.36%), Restaurantes y restaurantes-bar de comida rápida (59.89%), Camping y Glamping (5.49%), Centros deportivos náuticos (11.26%). (figura 22)

Conclusiones

A nivel mundial existe una seria preocupación por la contaminación ambiental, en particular por las altas emisiones de Gases de Efecto Invernadero generados en la cadena de producción de la energía generada con combustibles fósiles (petróleo, carbón y gas natural). Por esto, en la última reunión de la Convención Marco de las Naciones Unidas en 2021, en la Cumbre de la Ambición Climática, realizada en Glasgow, Irlanda, en Octubre 31 – Noviembre 13 de 2021, se acordó por los cerca de 200 países participantes, iniciar con determinación el proceso de transición energética, pasando paulatinamente del uso de combustibles fósiles a energías renovables con el fin de mitigar el cambio climático, dado que las energías renovables emiten menos gases de efecto invernadero en su cadena productiva, tales como Dioxido de Carbono (CO₂), Metano (CH₄) y Óxido Nitroso (N₂O).

En particular, la energía hidroeléctrica no produce emisiones en la obtención de la fuente (el agua). Así, se puede afirmar que la construcción e implementación de las Centrales Hidroeléctricas es positiva para combatir el calentamiento global debido a su alta sustentabilidad como una energía renovable y limpia.

Adicionalmente proporcionan una muy atractiva fuente de turismo y ecoturismo para habitantes de su región de influencia y para turistas extranjeros que las visitan alrededor de donde se construyen, generando además de mitigación del cambio climático, beneficios económicos, sociales y ambientales en su área de influencia. Este es el caso de grandes Centrales Hidroeléctricas del mundo tales como la Presa de Las Tres Gargantas, la Represa Itaipú, Las Cataratas del Niágara, la Presa Hoover, la Presa El Peñol, Represa Calima y Represa La Salvajina, importantes fuentes de ecoturismo generando beneficio económico, social y ambiental. En particular, el estudio realizado sobre la Central Hidroeléctrica de Calima, ubicada en el Municipio del Darién, Departamento del Valle del Cauca, Colombia, indica que al día de hoy se ha convertido en uno de los mayores atractivos turísticos y ecoturísticos de esta región, para Colombia y para países vecinos.

Referencias

World Resources Institute (2016). Emisiones de gases de efecto invernadero al año 2016. Obtenido de

<https://www.wri.org/data/world-greenhouse-gas-emissions-2016>

COP26 United Nations. (2021). Abandono de los combustibles fósiles. Obtenido de

<https://www.un.org/es/climatechange/cop26>

Organización Mundial de Turismo (OMT, 2002). *¿Qué es el ecoturismo?*. Obtenido de

<https://www.unwto.org/es/desarrollo-sostenible/ecoturismo-areas-protegidas>

Agenda Mundial de Desarrollo Sostenible 2015-2030, Asamblea General de las Naciones Unidas, Nueva York, 2015. Obtenido de

<https://www.cepal.org/es/temas/agenda-2030-desarrollo-sostenible#:~:text=En%20el%202015%2C%20los%20193,alianzas%20toman%20un%20rol%20central.>

Capacidad de electricidad de la central hidroeléctrica Niagara Falls

Chapin, W. S. (1963). Nuevo aprovechamiento hidroeléctrico sobre el río Niágara. *Informes De La Construcción*, 16(152), 79–83. Obtenido de

<https://doi.org/10.3989/ic.1963.v16.i152.4687>

Capacidad de electricidad de la central hidroeléctrica Hoover

360 en concreto. (2021). Obtenido de

<https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/proyectos-en-concreto/presa-hoover-construccion-y-patologia-de-un-icno-de-la-ingenieria>

Capacidad de electricidad de la central hidroeléctrica Las Tres Gargantas

(La central hidroeléctrica china de Tres Gargantas bate el récord mundial de generación eléctrica anual al alcanzar los 111,8 TWh, 2021). Obtenido de

<https://elperiodicodelaenergia.com/la-central-hidroelectrica-china-de-tres-gargantas>
(Iagua, 2012) *bate-el-record-mundial-de-generacion-electrica-anual-al-alcanzar-los-1118-twh/*

Número de centrales hidroeléctricas de Brasil para el año 2019

Manoel Fernandes, Arturo Alarcon. (2019). *Inter-American Development Bank*.

Obtenido de

https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Impacto_de_las_paradas_en_la_generacion_hidroelectrica_de_Brasil_es_es.pdf

Capacidad de electricidad de la central hidroeléctrica Itaipú

Itaipú Binacional. (2021). Obtenido de

<https://www.itaipu.gov.py/es/energia/participacion-en-los-mercados>

Capacidad de electricidad de la central hidroeléctrica Atatürk

(Perczyk, 2008) Obtenido de

<https://www.cari.org.ar/pdf/energias-renovables/hidroelectricidad.pdf>

Capacidad de electricidad de la central hidroeléctrica El Peñol (EPM,2016). Obtenido de

<https://www.epm.com.co/site/home/sala-de-prensa/noticias-y-novedades/central-hidroelectrica-guatape-ya-opera-al-cincuenta-porciento-de-su-capacidad>

Capacidad de electricidad de la central hidroeléctrica Calima (CELSIA,2021). Obtenido de

<https://www.celsia.com/wp-content/uploads/2021/04/CENTRAL-HIDROELECTRICA-CALIMA.pdf>

Capacidad de electricidad de la central hidroeléctrica La Salvajina (CELSIA,2017). Obtenido de

<https://www.celsia.com/en/noticias/el-embalse-de-salvajina/>

360enconcreto. (2018). Presa Hoover: construcción y patología de un ícono de la ingeniería. Obtenido de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/presa-hoover-construccion-y-patologia-de-un-icono-de-la-ingenieria>

Energía Hidráulica. (2022). Obtenido de

<https://www.oaxaca.gob.mx/semaedeso/energia-hidraulica/>
(Secretaria Del Medio Ambiente, 2022)

ABC. (2022). *Las norias de agua de Hama, así son los gigantes hidráulicos de Siria.*

Obtenido de https://www.abc.es/viajar/noticias/abci-norias-agua-hama-gigantes-hidraulicos-siria-202007110127_noticia.html

Ancient Origins. (2021). *La fuente de Filipo: La más antigua obra hidráulica del mundo aún en uso.* Obtenido de <https://www.ancient-origins.es/artefactos-tecnologia-antigua/fuente-filipo-003825>

ANNA MARTÍ. (2020). *La Presa de las Tres Gargantas: un monstruo hidroeléctrico situado en China y la planta energética más grande del mundo.* Obtenido de

<https://www.xataka.com/otros/presa-tres-gargantas-monstruo-hidroelectrico-situado-china-planta-energetica-grande-mundo#:~:text=22.500%20megavatios%20y%20más%20de,en%20el%20centro%20del%20país.>

colombiaextraordinaria. (2022). *Embalse Salvajina.* Obtenido de

https://colombiaextraordinaria.com/somos_colombia/atractivos_turisticos/verAtractivo/Embalse-Salvajina

Crane, M. (2015). *PRODUCCION Y DISTRIBUCION.* Obtenido de

<https://www.insst.es/documents/94886/161971/Capítulo+76.+Producción+y+distribución+de+energía+eléctrica>

EducaMadrid. (2012). *Partes de una central hidroeléctrica.* Obtenido de

<https://www.iagua.es/respuestas/que-es-y-como-funciona-central-hidroelectrica>

- Edwin Malagón. (2017). *La hidroelectricidad, la mayor fuente de energía sostenible. ¡Aquí te decimos por qué!* Obtenido de <https://blogs.iadb.org/energia/es/la-hidroelectricidad-la-mayor-fuente-de-energia-sostenible-aqui-te-decimos-por-que/>
- Endesa Corp. (2022). *Central hidroeléctrica*. Obtenido de <https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/centrales-renovables/central-hidroelectrica>
- Expoenergia. (2017). *Historia: Energía Hidráulica*. Obtenido de <https://www.exposolucionesenenergia.com/blog/historia-energia-hidraulica.php?m=#:~:text=La%20hidroelectricidad%20es%20un%20recurso,y%20equipamiento%20para%20generar%20electricidad.>
- FALLAS, I. A. (2012). *Planeamiento Constructivo del Revestimiento del Túnel de Conducción Principal del Proyecto Hidroeléctrico Balsa Inferior*. Obtenido de <https://docplayer.es/89593407-Planeamiento-constructivo-del-revestimiento-del-tunel-de-conduccion-principal-del-proyecto-hidroelectrico-balsa-inferior.html>
- Isabel Fernandez. (2019). *Energía Hidráulica*. Obtenido de <https://www.greenteach.es/energia-hidraulica-hidroelectrica/>
- Itaipu. (2020). *COMPLEJO TURÍSTICO ITAIPU RECIBIÓ A MÁS DE 1.025.000 VISITANTES AL CIERRE DEL 2019*. Obtenido de <https://www.itaipu.gov.br/es/sala-de-prensa/noticia/complejo-turistico-itaipu-recibio-mas-de-1025000-visitantes-al-cierre-del-2019>
- Leaf, R. (2011). *CONSTRUCCION DE UNA MICRO CENTRAL HIDROELECTRICA DE 22.5 KW EN JINOTEGA*. Obtenido de https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjT8Mrlir_3AhXolmoFHWP7C_cQFnoECAIQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.sica.int%2Fdownload%2F%3F89389&usq=A0vVaw22tFkQLSCuS4oIwmtSbctZ
- Madrugá, R. P. (2011). *Energías renovables*. Obtenido de <https://www.slideshare.net/carlos123654/energias-renovables-80839893>
- MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. (2018). *Decreto 570 de 2018*. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=85659>
- Naciones Unidas. (2021). *Todo lo que necesitas saber sobre la COP26*. Obtenido de <https://www.un.org/es/climatechange/todo-lo-que-necesitas-saber-sobre-la-cop26>
- National Geographic. (2010). *Energía hidroeléctrica*. Obtenido de <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/energia-hidroelectrica>
- National University of Trujillo. (s.f.). *CENTRALES HIDROELÉCTRICAS*. Obtenido de <https://www.coursehero.com/file/70127498/Bazan-Renzo-CENTRALES-HIDROELÉCTRICASdocx/>

- ORGANIZACIÓN DE LOS ESTADOS AMERICANOS. (2004). *Reforma de políticas sobre energía renovable en América Latina y el Caribe*. Obtenido de https://www.oas.org/dsd/policy_series/5_spa.pdf
- UNESA. (2022). *Desarrollo y energía*. Obtenido de <https://www.pinterest.com/pin/650629477389492751/>
- unfccc. (2005). *PROTOCOLO DE KYOTO DE LA CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMATICO*. Obtenido de <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>
- United Nations Climate Change. (2018). *United Nations Climate Change*. Obtenido de <https://unfccc.int/es/news/como-la-energia-hidroelectrica-puede-ayudar-a-la-accion-climatica#:~:text=La%20energía%20hidroeléctrica%20mantiene%20una,la%20quem a%20de%20combustibles%20fósiles>
- UPME. (2015). *Plan Energetico*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/361876524/Plan-Energetico>
- viajandox. (s.f.). *Embalse Peñol-Guatapé*. Obtenido de <https://viajandox.com.co/guatape/embalse-penol-guatape-A2866>
- Visitarniagara. (2020). *Niágara y la energía hidroeléctrica*. Obtenido de <https://www.visitarniagara.com/visita/niagara-y-la-energia-hidroelectrica/>
- visitarniagara. (2022). *Curiosidades, cifras y datos de interés sobre las cataratas del Niágara*. Obtenido de <https://www.visitarniagara.com/visita/curiosidades-cifras-y-datos-de-interes-sobre-las-ataratas/>