



DESARROLLO LOCAL DE LA NUEVA MATRIZ ENERGÉTICA EN EL ECUADOR DESDE COCA CODO SINCLAIR

Guido Poveda Burgos¹

Facultad de Ciencias Administrativas, Universidad de Guayaquil
guido.povedabu@ug.edu.ec

Zoila Nelly Franco Castañeda²

Facultad de Ciencias Administrativas, Universidad de Guayaquil
zoila.francoc@ug.edu.ec

Edison Ángel Erazo Flores³

Facultad de Ciencias Administrativas, Universidad de Guayaquil
edison.erazof@ug.edu.ec

Katia Ruiz Molina⁴

Facultad de Ciencias Administrativas, Universidad de Guayaquil
katia.ruizmo@ug.edu.ec

José González Ruiz⁵

Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Guayaquil
jose.gonzalezr@ug.edu.ec

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Guido Poveda Burgos, Zoila Nelly Franco Castañeda, Edison Ángel Erazo Flores, Katia Ruiz Molina y José González Ruiz (2017): "Desarrollo local de la nueva matriz energética en el Ecuador desde Coca Codo Sinclair", Revista OIDLES, n. 22 (junio 2017). En línea: <http://www.eumed.net/rev/oidles/22/coca-codo-sinclair.html>

RESUMEN

Desde siempre el crecimiento económico de los países ha venido directamente relacionado con el aumento de la demanda de energía, ya que esta es indispensable para los procesos productivos de las empresas y para las necesidades generales del país, para poder cubrir la demanda de energía mundial se requiere la importación de carbón, gas o derivados del petróleo, siendo estos tres componentes los que han dominado la matriz energética mundial. Sin embargo, los usos de estos componentes influyen directamente al gran problema medio ambiental que el hombre ha ocasionado por sus actividades; ante el esfuerzo de todos los países por reducir los índices de contaminación se han implementado diversos tipos de energías renovables como energía eólica, solar, geotérmica, mareomotriz, y energía hidroeléctrica la cual es la principal fuente de energía renovable ya que representa una quinta parte de la electricidad a nivel mundial. Ecuador ha logrado avances significativos en materia de energías renovables, los principales cambios en la

¹ Magister en Administración y Dirección de Empresas; Docente de la Universidad de Guayaquil

² Master en Administración de Empresas; Docente de la Universidad de Guayaquil

³ Master en Administración de Empresas; Docente de la Universidad de Guayaquil

⁴ Magister en Negociación y Comercio Internacional; Docente de la Universidad de Guayaquil

⁵ Magister en Cambio Climático; Docente de la Universidad Guayaquil

matriz energética se han consolidado en las provincias de Loja, Carchi y Galápagos, con proyectos avanzados en energía eólica, fotovoltaica y biocombustibles y la construcción de ocho centrales hidroeléctricas (Toachi-Pilatón, Coca Codo Sinclair, Sopladora, Delsitanisagua, San Francisco, Mazar, Quijos y Esmeraldas). El presente trabajo explica una parte del sector eléctrico del Ecuador y la evolución de la matriz energética del mismo, se enfoca en exponer los diversos proyectos hidroeléctricos, haciendo énfasis en la hidroeléctrica Coca Codo Sinclair, señalando también los costos y beneficios que comprende este tipo de energía, el impacto ambiental y responsabilidad social que conlleva la implementación de proyectos que buscan alcanzar el objetivo fundamental para el desarrollo sustentable del país.

Palabras clave: Crecimiento económico, demanda de energía, procesos productivos, matriz energética, energía renovable, impacto ambiental, responsabilidad social, desarrollo sustentable.

Código JEL: O1, O22, O32, O33, O41, Q01, Q25, Q26

SUMMARY

The economic growth of the countries has always been directly related to the increase in the demand for energy, since this is indispensable for the productive processes of the companies and for the general needs of the country, in order to be able to cover the world's energy demand. Requires the importation of coal, gas or petroleum products, these three components having dominated the world energy matrix. However, the uses of these components directly influence the great environmental problem that man has caused by his activities; Faced with the efforts of all countries to reduce pollution rates, various types of renewable energy have been implemented, such as wind, solar, geothermal, tidal and hydropower, which is the main source of renewable energy, representing a fifth of Electricity worldwide. Ecuador has made significant progress in renewable energies, the main changes in the energy matrix have been consolidated in the provinces of Loja, Carchi and Galápagos, with advanced projects in wind energy, photovoltaic and biofuels and the construction of eight hydroelectric power stations (Toachi -Pilatón, Coca Codo Sinclair, Blower, Delsitanisagua, San Francisco, Mazar, Quijos and Esmeraldas). The present work explains a part of Ecuador's electricity sector and the evolution of its energy matrix. It focuses on exposing the various hydroelectric projects, with emphasis on the Coca Codo Sinclair hydroelectric plant, also pointing out the costs and benefits of this type of Energy, environmental impact and social responsibility that entails the implementation of projects that seek to achieve the fundamental objective for the sustainable development of the country.

Keywords: Economic growth, energy demand, production processes, energy matrix, renewable energy, environmental impact, social responsibility, sustainable development.

JEL code: O1, O22, O32, O33, O41, Q01, Q25, Q26

INTRODUCCIÓN

Según la organización latinoamericana de energía-OLADE la matriz energética de un país, es el estudio del sector energético en que se cuantifica, la oferta, demanda y transformación de cada una de las fuentes energéticas al interior de un país (OLADE, 2011).

Desde el año 2013 el entonces presidente del Ecuador realizó un nuevo mandato donde le daba prioridad a la renovación de la matriz energética, ya que el país aun contando con sus propios recursos renovables, seguía importando energía de los países vecinos.

Una de las características de la matriz energética es que esta consiste en un elemento indispensable para la proyección y protección del suministro energético.

Para el desarrollo de este análisis se abordarán temas de importancia entre los que tenemos los proyectos hidroeléctricos que se han desarrollado en el Ecuador, el costo beneficio de este tipo de energía y también la incidencia que ha tenido la hidroeléctrica Coca Codo Sinclair.

En el Ecuador se han desarrollado 8 proyectos hidroeléctricos emblemáticos, los cuales permiten al país generar energía renovable de la forma menos contaminante posible, además estos contribuyen al desarrollo productivo, energético y social. Para la realización de estos proyectos se ha incurrido en grandes costos, pero este esfuerzo es mínimo después del gran beneficio que dejan a un país.

La investigación de este tópico se realizó por el interés de conocer como se ha venido dando el desarrollo de la matriz energética en el Ecuador y cuáles son los múltiples beneficios que genera al país, entre ellos tenemos que el más importante es que el desarrollo de estos proyectos le permite al Ecuador evitar la importación de la energía, así como también dejara ingresos económicos al país, ya que la misión de esta matriz es llegar a exportar.

DEFINICIONES BÁSICAS

Cadena energética

Es el conjunto de todos los procesos y actividades tendientes al aprovechamiento de la energía que comienza con la fuente energética misma y se extiende hasta su uso final (UPME, 2017),

Balance energético

Contabilización de los flujos de energía en cada una de las etapas de la cadena energética y las relaciones de equilibrio entre la oferta y la demanda, por las cuales la energía se produce, se intercambia con el exterior, se transforma y se consume.

Matriz energética de un país

La matriz energética es una representación cuantitativa de la totalidad de energía que utiliza un país, e indica la incidencia relativa de las fuentes de las que procede cada tipo de energía: nuclear, hidráulica, solar, eólica, biomasa, geotérmica o combustibles fósiles como el petróleo, el gas y el carbón (Energías de mi País, 2010).

La matriz energética es útil para realizar análisis y comparaciones sobre los consumos energéticos de un país a lo largo del tiempo, o para comparar con otros países, y es una herramienta fundamental para la planificación (Energías de mi País).

Energía renovable

Tipo de energía que puede obtenerse de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya que contienen una inmensa cantidad de energía o pueden regenerarse naturalmente (Porto & Gardey, 2014).

Hidroeléctrica

Infraestructura que utiliza la energía hidráulica para generar energía eléctrica. Su funcionamiento está basado en un salto de agua que genera dos niveles de un cauce: cuando el agua cae del nivel superior al inferior, pasa por una turbina hidráulica que transmite la energía a un generador encargado de transformarla en energía eléctrica.

Desarrollo productivo

El desarrollo productivo se trata de iniciativas dirigidas a potenciar el tejido industrial de base, PYMES, cooperativas de diverso tipo, empresas de economía social y similares, cuya producción responda a las necesidades sociales, económicas y de creación de empleo de la zona, con un impacto positivo general sobre la región, que permita incrementar, igualmente, su competitividad económica.

Matriz Energética

La matriz energética se refiere a una representación cuantitativa de toda la energía disponible, en un determinado territorio, región, país, o continente para ser utilizada en los diversos procesos productivos. Un concepto semejante es el de Oferta Total de Energía Primaria (OTEP), usada por ejemplo por la CEPAL.

El análisis de la matriz energética es fundamental para orientar la planificación del sector energético con el fin de garantizar la producción, la seguridad energética y el uso adecuado de la energía disponible.

Matriz energética diversificada, renovable y sostenible

Considerando que el desarrollo de los pueblos y la conservación ambiental deben coexistir en absoluta armonía, y que las mitigaciones de los efectos actuales del cambio climático desafían a los Estados a implementar acciones profundas que promuevan un sector energético más limpio, el Ecuador ha emprendido una transición de su matriz energética de manera que sea una base sólida para un crecimiento sostenible a largo plazo.

No obstante, este esfuerzo significa al país, el poder establecer un conjunto de lineamientos y acciones estratégicas que devenguen en una matriz energética diversificada, renovable y perdurable en el tiempo.

Para llevar adelante dicho proceso de transformación, y tomando en cuenta el enorme potencial en fuentes renovables que posee el Ecuador, es imprescindible buscar la consolidación de una matriz de generación eléctrica basada principalmente en hidroelectricidad y con un peso creciente de las energías renovables no convencionales, promoviendo además el uso racional de los recursos energéticos del país.

Bajo ese propósito, y considerando que el sector energético juega un papel relevante en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, la contribución nacional de una matriz más limpia permitirá al Ecuador aportar efectivamente a la mitigación del cambio climático, posibilitando además la gestión de financiamiento internacional que busca este fin.

Estas acciones deberán ejecutarse con mayor ímpetu en las Islas Galápagos bajo políticas de desarrollo sostenible, con el fin de preservar el ecosistema e incuantificable biodiversidad que posee el archipiélago, mismo que puede verse afectado por el uso irracional de combustibles fósiles y de los recursos existentes, en caso de no tomar medidas que las eviten. (Ministerio Coordinación de Sectores Estratégicos, 2016).

Consolidar una matriz de generación eléctrica basada principalmente en hidroenergía.

Con el fin de impulsar una matriz de generación más limpia, segura y asequible, se aprovechará el potencial hidroeléctrico con el que cuenta el país de manera sostenida, de tal manera que la participación de la hidroenergía sea la principal fuente de generación eléctrica. Es así que, el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable seguirá fomentando la

incorporación paulatina de hidroenergía a la matriz de generación eléctrica del Ecuador en el corto, mediano y largo plazo. Se plantea como meta, mantener al menos un 70% de participación de la hidroenergía del total de electricidad producida anualmente en el Sistema Nacional Interconectado en el periodo de tiempo hasta el 2040, siempre que las condicionantes técnicas, económicas y ambientales lo permitan. (Ministerio Coordinación de Sectores Estratégicos, 2016)

Diversificar la matriz de generación eléctrica en base a fuentes de energía renovables

Con el propósito de impulsar la diversificación de la matriz energética e incrementar su sostenibilidad, se alentará la implementación de proyectos de generación eléctrica en base a fuentes de energía renovables no convencionales, de acuerdo a la necesidad del país. Embalse compensador - Central Hidroeléctrica Coca Codo Sinclair El Chaco (Napo).

En este sentido, el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable priorizará a la energía renovable no convencional sobre las tecnologías fósiles, considerando la viabilidad y sostenibilidad económica, técnica y ambiental. Se plantea como meta, alcanzar progresivamente el óptimo provecho de la complementariedad y sinergias existentes entre la hidroenergía y otras fuentes renovables como la fotovoltaica, eólica, biogás, biomasa, pequeñas hidroeléctricas, geotermia y mareomotriz.

Generación eléctrica con centrales termoeléctricas eficientes

A fin de mantener las condiciones operativas de la red de acuerdo con la normativa y regulación vigente, se garantizará la eficiencia en los parques de generación termoeléctrica. A tales efectos, el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable velará para que el plan de expansión del parque generador termoeléctrico contemple los mejores estándares de eficiencia y de desempeño ambiental.

Reducción de la quema de gas asociado

Con el fin de mejorar los procesos de extracción hidrocarburífera precautelando los ecosistemas, se optimizará el uso de los recursos energéticos provenientes de su explotación. Es así que el Ministerio de Hidrocarburos promoverá la utilización y aprovechamiento del crudo y gas asociado provenientes de la extracción hidrocarburífera de manera eficaz y oportuna.

Promoción de procesos de sustitución

A fin de promover el aprovechamiento de la nueva matriz de generación eléctrica, y además incrementar el uso de tecnologías más limpias y amigables con el ambiente, se promoverán de manera sostenida aquellas fuentes cuya utilización resulte más adecuada en base a criterios de racionalidad.

En este sentido, el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable continuará fomentando al largo plazo la consolidación progresiva de proyectos en marcha y la implementación de nuevos programas de sustitución de fuentes energéticas, que se adapten adecuadamente a las necesidades del país.

PROYECTOS HIDROELÉCTRICOS EN EL ECUADOR

Desde el 2016 entraron a operar ocho grandes proyectos hidroeléctricos que construye el gobierno nacional, en todo el país. Se trata de Coca-Codo-Sinclair, Sopladora, Minas-San Francisco, Delsitanisagua, Manduriacu, Mazar-Dudas, Toachi-Pilatón y Quijos.

En Azuay se construyen Sopladora y Minas-San Francisco, con una inversión estimada de 1.500 millones de dólares. “En el pasado solo se utilizaba el 15% del potencial hidroeléctrico que posee el país, con los ocho proyectos en plena ejecución.

A diferencia de gobiernos anteriores, en el actual, cada uno de estos proyectos va acompañado de un fuerte desarrollo territorial, basado en dos ejes, obras de infraestructura física y proyectos productivos, lo cual implica grandes beneficios para los pobladores de las zonas de influencia de los proyectos.

Desde el 2016, más del 90% de la energía que se produce en el país, es de origen hidroeléctrico, energía limpia y no contaminante para satisfacer la demanda eléctrica nacional. Estos proyectos se suman al cambio de matriz energética que impulsa el régimen, dentro del cual se incluye el proceso de conversión de cocinas a gas por eléctricas. Este cambio no tendrá impacto social ni económico para las familias ecuatorianas.

Además, con la producción de las nuevas hidroeléctricas, el Estado ahorrará cerca de 800 millones de dólares que gasta por concepto de subsidio al gas de consumo humano.

El Gerente encargado de la Corporación eléctrica del Ecuador, CELEC EP informó que además de los proyectos de generación hidroeléctrica, en el país se están aprovechando otras fuentes de energía como la eólica, generada por el viento y la geotérmica, que se encuentra en el interior de la tierra, fuentes de generación disponibles todo el tiempo, y que desplazarían a otros combustibles de costo mayor como gasolina y diesel.

- **Delsitanisagua**

El Proyecto Hidroeléctrico Delsitanisagua de 180 MW de potencia aprovecha el potencial del Río Zamora, con un caudal medio anual de 47,3 m³/s aprovechables para su generación. A la fecha el proyecto presenta un avance del 83.13% (abril 2017), y durante su ejecución se han cumplido hitos importantes como el desvío del Río Zamora Dic-13, Fin de excavación del túnel de carga Sep-15 y Terminación de la excavación del sistema de presión fue en enero-16, Descenso del rotor del generador de la Unidad N° 1 marzo-2017.

El proyecto está conformado por una presa de hormigón a gravedad de 35 metros de altura; un túnel de carga de 8 km de longitud y 4.10 m de diámetro interior; una chimenea de equilibrio compuesta por un pozo vertical de 66.50 m de altura y 12 m de diámetro en la parte inferior; un sistema de presión compuesto por un túnel de conexión entre la chimenea de equilibrio de 176 m de longitud y 4.10 m de diámetro; un pozo vertical de 275.60 m de altura y 4.10 m de diámetro; un tramo horizontal compuesto por un túnel revestido de hormigón de 64.15 m de longitud y 4.10 m de diámetro y tubería de presión blindada de 483.54 m de longitud y de 3.30 m de diámetro; y finalmente, un tramo inclinado enterrado de 255 m de longitud y 2.90 m de diámetro que se encuentra con el distribuidor que suministra el caudal hacia los tres grupos de turbina generador Pelton de 60 MW cada uno.

Imagen 1. Implantación General del Proyecto en el Río Zamora

La Central Alazán ha aportado al Sistema Nacional Interconectado una energía neta de 27.93 GWh hasta abril de 2017.

La Central Alazán aprovecha los caudales del río Mazar y de la quebrada Sipanche, sus captaciones son de tipo convencional conformadas por un azud, y una rejilla de fondo respectivamente, el caudal captado es transportado a través de una tubería de 3.1 km, la que también incluye dos túneles y un sifón hasta llegar a casa de máquinas donde se aloja una unidad tipo Pelton.

La Central San Antonio aprovecha los caudales del río Mazar, con una captación de rejilla de fondo ubicada aguas bajo de la casa de máquinas del Aprovechamiento Alazán, tiene una conducción de 4.1 km que incluye un túnel y cinco acueductos hasta llegar a casa de máquinas donde se aloja una unidad tipo Pelton.

La Central Dudas aprovecha los caudales del río Pindilig en las inmediaciones de la población San Pedro de Pindilig, con una captación de rejilla de fondo y una conducción de 5.3 km incluye un túnel de 220 m, dos sifones y un acueducto hasta llegar a casa de máquinas donde se aloja una unidad tipo Pelton.

El Proyecto Hidroeléctrico Mazar Dudas constituye un proyecto emblemático del Estado Ecuatoriano, el cual aportará una energía media de 125.4 GWh/año, fortaleciendo con esto la soberanía energética del país.

Entre los beneficios del proyecto están: sustitución de generación térmica, disminución de las emisiones de CO₂ en aproximadamente 50.000 ton/año, reducción en la importación de energía, se han creado hasta la fecha cerca de 1150 fuentes de empleo directo.

Cabe señalar que, en el mes de Julio del 2013, el Proyecto Mazar Dudas logró el registro internacional como Proyecto de Mecanismo de Desarrollo Limpio MDL, en la Organización de las Naciones Unidas.

Las zonas aledañas al sitio de construcción del proyecto han sido beneficiadas con la ejecución de programas de desarrollo integral y sostenible como: manejo adecuado de desechos sólidos, mejoramiento de infraestructura educativa, proyectos de mejora en cuanto a la cobertura y servicio eléctrico de las parroquias Taday, Pindilig y Rivera, obras en el eje de construcción (mejoramiento y mantenimiento de infraestructura y vialidad), obras de dotación de servicios básicos y saneamiento (alcantarillado y sistemas de agua potable), así como proyectos que incluyen capacitación en educación ambiental y mejoramiento de los sistemas productivos existentes.

Minas San Francisco

El proyecto se encuentra ubicado en las provincias de Azuay y El Oro, cantones Pucará, Zaruma y Pasaje.

El Proyecto Hidroeléctrico Minas San Francisco de 275 MW de potencia inició su construcción en diciembre de 2011, aprovecha el potencial del Río Jubones, con un caudal medio anual de 48.26 m³/s aprovechable para generación.

A la fecha, el proyecto presenta un avance de 94.90% (abril 2017), y durante su ejecución ha cumplido hitos importantes como: finalización de la excavación del Túnel de Desvío/agosto-13, desvío del Río Jubones/Febrero-14, arribo del equipo Raise Boring al sitio de obra/Enero-15, terminación de la excavación de la ventana de entrada al túnel de carga con TBM/Enero-15, finalización de la excavación de casa de máquinas/Octubre-15, conclusión de la excavación a sección completa del pozo de la tubería de presión con Raise Boring Machine/Octubre-15, finalización de la construcción y montaje de la Línea de Transmisión/Diciembre-16,

Posicionamiento del Rotor del generador de la Unidad N° 3/ enero 2017, Descenso del rotor del generador de la Unidad N° 2/ marzo 2017.

Está conformado por un cierre en el río Jubones con una presa de tipo gravedad en hormigón rodillado, de 54 m de altura para generar un embalse de regulación y control.

El túnel de conducción se desarrolla a lo largo de la margen derecha del río con 13.9 km de longitud, el caudal transportado aprovecha una caída de 474 m. La casa de máquinas subterránea alojará a tres turbinas tipo Pelton de 91.66 MW cada una.

Imagen 3. Esquema General de Obras



Fuente: Ministerio de Electricidad y Recursos Renovables, 2017

Este proyecto Emblemático del estado ecuatoriano, que aportará una energía media de 1290 GWh/año, fortalecerá la soberanía energética, remplazando la generación térmica, reduciendo emisiones de CO₂ en 0.51 millones de Ton/año aproximadamente, sustituyendo la importación de energía, y creando hasta la fecha 2798 fuentes de empleo directo, adicionalmente beneficiará a más de 136 mil habitantes.

En el área de influencia del proyecto, gracias a la implementación de nuevas prácticas de compensación a través de programas de desarrollo integral y sostenible se han ejecutado proyectos de electrificación que implican el mejoramiento en los servicios eléctricos y de alumbrado público en los cantones de Pucará, Zaruma y Pasaje; ejecución de proyectos de infraestructura y vialidad específicamente la construcción e implementación de obras de seguridad y mejoramiento de vías; realización de estudios, construcción y mantenimiento de sistemas de servicios básicos y saneamiento, capacitación en mejoramiento de la productividad agraria y asesoría técnica agropecuaria.

Quijos

El proyecto se encuentra ubicado en la Provincia de Napo, cantón Quijos.

El Proyecto Hidroeléctrico Quijos de 50 MW de potencia, aprovecha el potencial Hidroenergético de los Ríos Quijos y Papallacta, con un caudal medio anual de 12.99 m³/s y 16.16 m³/s respectivamente, aprovechables para generación.

El proyecto a la fecha presenta un avance de 46.72% (abril 2017).

Las obras de captación en el Río Quijos consisten en un azud fijo del tipo de derivación lateral y un desarenador de doble cámara a cielo abierto, mientras que las obras de captación del Río

Papallacta consisten en un azud con toma lateral, un desarenador de dos cámaras y un pozo de presión.

Los túneles de conducción, que permiten transportar las aguas captadas tanto del río Papallacta como del Quijos, se unen y forman un túnel común de 3.4 km hasta llegar al sector de casa de máquinas de tipo superficial que alojará a tres turbinas tipo Francis de eje vertical de 17 MW de potencia, por cada unidad. Finalmente, las aguas turbinadas son devueltas al cauce natural.

Imagen 4. Implantación General de Obras Quijos



Fuente: Ministerio de Electricidad y Recursos Renovables, 2017

El Proyecto Hidroeléctrico Quijos constituye un proyecto emblemático del estado ecuatoriano, el cual aportará una energía media de 355 GWh/año, fortaleciendo la soberanía energética.

Entre los beneficios del proyecto están: sustitución de generación térmica, reducción de emisiones de CO₂ en aproximadamente 140.000 Ton/año, sustituyendo la importación de energía, se han creado hasta la fecha 436 fuentes de empleo directo. Cabe señalar que, en el mes de septiembre de 2013, el Proyecto Quijos logró el registro internacional como proyecto de Mecanismo de Desarrollo Limpio, en la Organización de las Naciones Unidas.

Las zonas aledañas al sitio de construcción del proyecto han sido beneficiadas con la ejecución de programas de desarrollo integral y sostenible como: rehabilitación y mantenimiento de infraestructura educativa, estudios para manejo ambiental de cuencas hídricas, implementación de sistemas de agua potable y alcantarillado, control epidemiológico, dotación de mobiliario a centros de salud y educativos, apoyo a la construcción de un relleno sanitario.

Sopladora

La Central Hidroeléctrica Sopladora de 487 MW de potencia es la tercera central del Complejo Hidroeléctrico del Río Paute, capta las aguas turbinadas de la Central Molino. La Central se encuentra ubicada en el límite provincial de Azuay y Morona Santiago, cantones Sevilla de Oro y Santiago de Méndez.

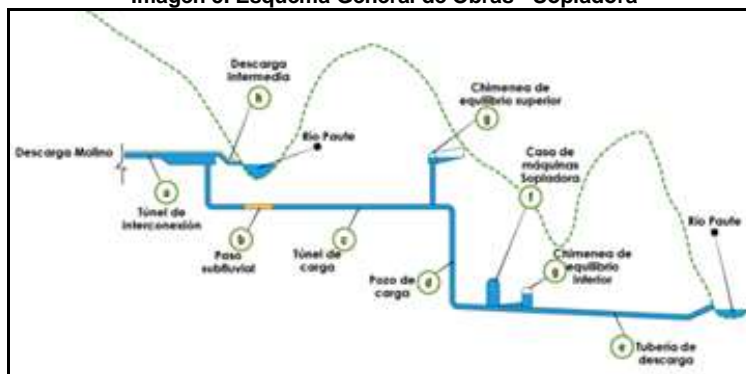
Formó parte de las ocho centrales hidroeléctricas que construye el Gobierno de la Revolución Ciudadana, primordiales para el cambio de la Matriz Energética, objetivo fundamental para el desarrollo sustentable del país.

La Central Hidroeléctrica, fue inaugurada el 25 de agosto de 2016 ante la presencia del señor presidente de la República del Ecuador.

Ha aportado al S.N.I. una energía neta de 1.652,05 GWh desde abril de 2016 hasta abril de 2017.

Conformada por una conexión directa entre los túneles de descarga de la Central Molino y el sistema de carga de la Central Sopladora. La conexión directa consta de un túnel de derivación de flujo que comunica con dos túneles de descarga hacia una cámara de interconexión subterránea que proveerá el volumen necesario para garantizar el ingreso de 150 m³/seg para el funcionamiento del sistema de generación que consta de tres 3 turbinas Francis de 165.24 MW, alojadas en la casa de máquinas subterránea.

Imagen 5. Esquema General de Obras - Sopladora



Fuente: Ministerio de Electricidad y Recursos Renovables, 2017

Central Emblemática del estado ecuatoriano, que aportará una energía media de 2800 GWh/año, apoyando a la búsqueda de autonomía energética, remplazando la generación térmica, reduciendo emisiones de CO₂ en aproximadamente 1.09 millones de Ton/año, sustituyendo la importación de energía; durante la fase de construcción, ha generado 3258 fuentes de empleo directo, beneficiando a 16 millones de ecuatorianos.

Durante su construcción 15 mil habitantes de la zona de influencia del proyecto, se beneficiaron mediante la implementación de nuevas prácticas de compensación a través de programas de desarrollo integral y sostenible se implementaron proyectos en conservación ambiental que fomenta medidas de adaptación al cambio climático, construcción y adecuación de infraestructura educativa; proyectos en infraestructura y vialidad; mejoramiento y equipamiento de centros de salud, construcción y mejoramiento de sistemas de agua potable y saneamiento, fortalecimiento de capacidades agropecuarias y capacitación en atención a turistas.

Adicionalmente se han realizado inversiones en la construcción y adecuación de las vías Sevilla de Oro – San Pablo, San Pablo – Quebrada Guayaquil y Guarumales Méndez. Su costo de construcción es de USD 755 millones que incluyen, obras civiles, equipamiento, fiscalización, administración y otros.

Toachi Pilatón

El proyecto se encuentra ubicado en las provincias de Pichincha, Santo Domingo de los Tsáchilas y Cotopaxi, cantones Mejía, Santo Domingo de los Tsáchilas y Sigchos.

El Proyecto Hidroeléctrico Toachi Pilatón de 254.40 MW de potencia aprovecha el potencial de los Ríos Toachi y Pilatón, con un caudal medio anual de 41.30 m³/s y 28.65 m³/s respectivamente, aprovechables para su generación.

El proyecto a la fecha presenta un avance de 94.81% (Abril de 2017), y durante su ejecución ha cumplido hitos importantes como: desvío del Río Toachi/julio-2012, desvío del Río Pilatón por los azudes/mayo-2014, finalización de la excavación y sostenimiento de casa de máquinas Sarapullo/julio-2014, terminación de excavación de casa de máquinas Alluriquín/febrero-2015, terminación de excavación del túnel Pilatón-Sarapullo/febrero-2015, finalización de excavación del túnel Toachi-Alluriquín/mayo-2015.

El proyecto comprende dos aprovechamientos en cascada: Pilatón-Sarapullo, con la central de generación Sarapullo que se encuentra conformada por un azud vertedero, obras de toma, y un desarenador de cuatro cámaras, la conducción se la efectúa a través de un túnel de presión de 5.9 km de sección circular que transporta el caudal a la casa de máquinas subterránea prevista de 3 turbinas tipo Francis de eje vertical de 16.3 MW de potencia que aprovecha una caída de 149 m.

El aprovechamiento Toachi-Alluriquín se encuentra constituido por una presa de hormigón a gravedad de 60 m de altura, sobre el río Toachi, atravesada por la galería de interconexión del túnel de descarga de Sarapullo con el túnel de presión Toachi-Alluriquín, la conducción de las aguas captadas en este aprovechamiento se las efectúa a través de un túnel de presión que tiene una longitud de 8.7 km de sección circular que transporta el caudal a la casa de máquinas subterránea y que está prevista de 3 turbinas Francis de eje vertical de 68 MW, aprovechando una caída de 235 m. A pie de presa de la central se ubica una minicentral de 1.4 MW.

Este proyecto emblemático del estado ecuatoriano, aportará una energía media de 1120 GWh/año, fortaleciendo la soberanía energética, reemplazando la generación térmica, reduciendo emisiones de CO₂ en aproximadamente 0.43 millones de Ton/año, sustituyendo la importación de energía, y creando 2075 fuentes de empleo directo, adicionalmente beneficia a más de 471 mil habitantes correspondientes a los cantones Mejía, Santo Domingo y Sigchos.

En el área de influencia del proyecto, gracias a la implementación de nuevas prácticas de compensación se han realizado estudios para implementación y mejoramiento de sistemas de agua potable y alcantarillado, dotación de suministro eléctrico a las comunidades de La Esperie, La Palma, Mirabad, Pampas Argentinas, Unión del Toachi, La Libertad de Alluriquín, Santa Rosa, Palo Quemado y Praderas del Toachi.

Por otra parte, se brinda asistencia técnica para el desarrollo de emprendimientos pecuarios, agrarios y turísticos, así como la dotación de material para el mejoramiento de las vías y controles de salud epidemiológica, obras ejecutadas a través de la CELEC E.P. Unidad de Negocio HIDROTOAPI.

Imagen 6. Diagrama Esquemático de la Estructura del Proyecto



Fuente: Ministerio de Electricidad y Recursos Renovables, 2017

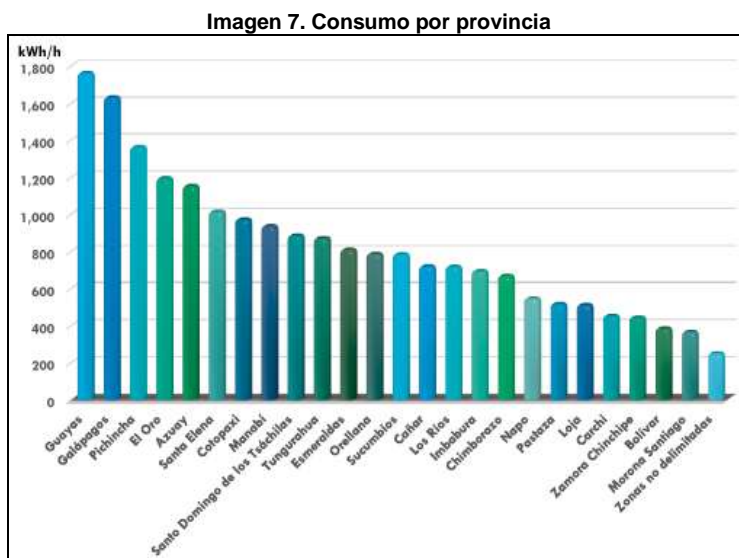
Costo beneficio de este tipo de energía

Debido a que la energía hidroeléctrica es considerada una energía renovable para generar electricidad, e incurre en bajos costos en comparación con otras tecnologías de energía, se puede deducir que invertir en este tipo de proyectos es muy rentable para el país, ya que estos permiten el abastecimiento de la energía demandada por la población y los sectores económicos del país, según datos obtenidos del (INEC, 2015) en el Ecuador se registra un consumo anual de energía equivalente a 18,956.51 Gwh, siendo guayas la provincia con mayor consumo (1,760.53 Kwh).

Cuadro 1. Consumo per cápita por provincia

2015			
CONSUMO PER CÁPITA ANUAL POR PROVINCIA (kWh/hab)			
Provincia	Consumo de Energía (GWh)	Población*	Consumo Per Cápita (kWh/hab)
Azuay	933.40	810,412	1,151.75
Bolívar	77.30	201,533	383.58
Cañar	185.85	258,450	719.08
Carchi	81.26	179,768	452.02
Chimborazo	334.63	501,584	667.15
Cotopaxi	444.86	457,404	972.57
El Oro	801.98	671,817	1,193.75
Esmeraldas	445.45	551,163	808.20
Galápagos	47.98	29,453	1,628.92
Guayas	7,193.68	4,086,089	1,760.53
Imbabura	308.67	445,175	693.37
Loja	253.09	495,464	510.81
Los Ríos	619.96	865,340	716.44
Manabí	1,400.84	1,496,366	936.16
Morona Santiago	63.97	175,074	365.39
Napo	65.58	120,144	545.82
Orellana	118.75	150,977	786.51
Pastaza	51.53	99,855	516.03
Pichincha	4,015.85	2,947,627	1,362.40
Santa Elena	363.81	358,896	1,013.70
Santo Domingo de los Tsáchilas	413.90	467,571	885.21
Sucumbios	161.26	205,586	784.41
Tungurahua	485.79	557,563	871.28
Zamora Chinchipe	47.72	107,749	442.87
Zonas no delimitadas	9.41	37,784	249.14
Total	18,926.51	16,278,844	1,162.64

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2015



Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2015

Sin embargo el proceso de construcción y desarrollo de los proyectos se enfrentan a grandes desafíos para su culminación, lo que genera y representa costos adicionales como en el caso de la hidroeléctrica Coca Codo Sinclair que se vio obligada a sortear varios obstáculos como su ubicación ya que se localiza en una zona de alto riesgo volcánico (El Reventador) y de deslaves; también el hecho influenciar al medio ambiente por la construcción de 3 líneas de transmisión sobre los bosques remanentes de la zona, fincas y centros poblados (por derechos de vía, expropiaciones o tala y manejo de ley), lo que representó el mayor desafío para la conservación y la gobernanza energética de este proyecto.

Los proyectos hidroeléctricos desarrollados por el gobierno, representan una inversión total de aproximadamente 5.000 millones de dólares, que incluyen, obras civiles, equipamiento, fiscalización, administración y otros.

Tabla 1: Inversión de Hidroeléctricas

Hidroeléctrica	Inversión (dólares)
Coca Codo Sinclair	2,000 millones
Toachi-Pilatón	500 millones
Sopladora	755 millones
Quijos	138 millones
Manduriacu	227 millones
Minas San Francisco	684 millones
Mazar Dudas	83 millones
Delsitanisagua	335 millones

Fuente: Agencia de regulación y control de electricidad

Tomando en consideración los beneficios que generaran los proyectos hidroeléctricos podemos señalar que beneficiaría al presupuesto general del Estado (aproximadamente 1.300 millones de USD de ahorro anual en subsidio de 17 millones de barriles de crudo), ya que lo proyectos aportan la cantidad de energía que representa casi el doble de la demanda máxima actual del Ecuador

Tabla 1: Beneficio de cada Hidroeléctrica

Proyecto	Tipo	Potencia (MW)	Energía (GWh/Año)
Coca Codo Sinclair	Hidroeléctrico	1.500	8.743
Toachi-Pilatón	Hidroeléctrico	253	1.120
Sopladora	Hidroeléctrico	487	2.800
Quijos	Hidroeléctrico	50	355
Manduriacu	Hidroeléctrico	60	341
Minas San Francisco	Hidroeléctrico	270	1.290
Mazar-Dudas	Hidroeléctrico	21	125
Delsitanisagua	Hidroeléctrico	115	904
Total General		2.756	15.678

Fuente: Ministerio de Electricidad y Recursos Renovables, 2017

Elaborado por: Poveda, Franco, Erazo, González

Al mismo tiempo benefician al ambiente, ayudando a la reducción de 5,6 millones de toneladas de CO₂ al año, a más de reducir al 50% el costo promedio de generación y tarifas al usuario final (0,02 de USD por KW/h) en comparación con la energía obtenida por petróleo que era de alrededor de 2 dólares por KW/h, así como ayudar a la población creando plazas de trabajo generando 10.000 empleos directos y 50.000 indirectos, lo que ayudaría a la población a mejorar su estilo de vida, a reducir el índice de pobreza y desempleo en el país y dinamización de la economía regional.

Al incrementar la oferta de generación, el país reduce la dependencia externa, alcanzando la autonomía en el servicio público de electricidad y podrá exportar energía eléctrica a Colombia y Perú, eventualmente mejorando por tanto la balanza comercial con esos países.

HIDROELÉCTRICA COCA CODO SINCLAIR

La hidroeléctrica Coca Codo Sinclair tiene sus inicios en los años 70, por una investigación desarrollada de un geólogo petrolero Joseph Sinclair de nacionalidad estadounidense quien recorría la zona del río Coca (formado por los ríos Quijos y Salado) y estudió todo el potencial y las características que ofertaba el Ecuador en tema hidroeléctrico en ese lugar.

En el año de 1976, la institución que estaba a cargo del sector eléctrico, Instituto Ecuatoriano de electrificación (INECEL), fue quien contrato los estudios a mayor escala definiendo como el proyecto más atractivo que tendría el Ecuador en generación eléctrica.

Los estudios de factibilidad se dieron por un grupo de firmas consultoras que entre esas son: Electroconsult y Rodio de Italia, Tractionel de Bélgica y las ecuatorianas Astec, Ingeconsult. El estudio concluyo en el año 1992 indicando que solamente produciría 859 MW

No fue hasta el gobierno del Econ. Rafael Correa donde se intensificó los estudios necesarios para ya la construcción del proyecto, y ya en el año 2009 se realizaron los siguientes estudios e investigaciones de campo indispensables para la construcción del proyecto:

- Analisis de Sensibilidad de la Potencia Instalada
- Estudio de Factibilidad para 1500MW
- Estudio de Topografía e Hidrología de en Detalle
- Estudios definitivos de Impacto Ambiental
- Investigación de campo: Sondeos, galerías.

Con base en estos estudios, el proyecto ha obtenido las concesiones y licencias de los órganos gubernamentales responsables:

- Licencias Ambientales
- Licencias de Aprovechamiento Forestal Especial
- Concesiones Mineras de libre aprovechamiento de material para construcción
- Para el rescate arqueológico de la vía a Casa de Máquinas.

La solución escogida para el desarrollo del proyecto Coca Codo Sinclair consiste en un aprovechamiento a filo de agua con captación de un caudal de 222 m³/s en el sitio de El Salado y restitución en el Codo Sinclair, con una caída bruta de unos 620 metros (Celec EP, 2015).

En el año 2009 se firmó contrato con la empresa constructora Sinohydro Corporation, pero no dio inicio hasta Julio de 2010 ya que se necesitaba un financiamiento y este fue otorgado por Exim Bank of China la cual fue de USD 1,682 millones, pero esta obra alcanza un costo de USD 2,245 millones.

Siendo así, Coca Codo Sinclair se constituye en la obra más importante dentro del cambio de la matriz energética, la cual consiste en aumentar de manera óptima y sustentable, las fuentes primarias de energía; al mismo tiempo cambiar las estructuras de consumo en el sector de transporte, residencial, comercial para que su uso sea racional y eficiente.

La construcción de esta hidroeléctrica permitió incrementar la oferta de generación, el país reduce la dependencia externa, alcanzando la autonomía en el servicio público de electricidad y podrá exportar energía eléctrica a Colombia y Perú, eventualmente mejorando por tanto la balanza comercial con esos países (Celec EP, 2015).

Coca Codo Sinclair está conformado por una obra de captación constituida por una presa de enrocado con pantalla de hormigón de 31.8 m de altura, vertedero con un ancho neto de 160 m, desarenador de 8 cámaras y compuertas de limpieza que permiten transportar el caudal captado hacia el Embalse Compensador a través de un Túnel de Conducción de 24.83 km de longitud y un diámetro interior de 8.20 m, gracias a una caída de 620 m desde el embalse compensador a la casa de máquinas permitirá transformar la energía potencial en energía eléctrica a través de 8 unidades tipo Pelton de 187.5 MW cada una.

El agua que aprovechará este mega proyecto proviene de diferentes unidades del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) y otros bosques protectores, que llegan a cubrir más del 80% de la sub-cuenca del Coca. Debiéndose remarcar que la regulación hidrológica de la que depende la vida útil de todo proyecto hidroeléctrico, la aseguran los bosques naturales, sobre todo en una zona de elevada inestabilidad geomorfológica y grandes precipitaciones como el alto Coca. Sin embargo, para agilizar la gestión de los proyectos hidroeléctricos con estudios de factibilidad, desde el gobierno central se decretó la prioridad de cualquier obra eléctrica sobre las áreas especiales de conservación, sobre todo bosques protectores (López, 2010).

Esta central emblemática del estado ecuatoriano que aportará una energía media de 8.734 GWh/año, apoyando a la búsqueda de autonomía energética, remplazando la generación térmica, reduciendo emisiones de CO₂ en aproximadamente 3.45 millones de Ton/año, sustituyendo la

importación de energía, y generando durante la fase de construcción 7.739 fuentes de empleo directo. Beneficia directamente a más de 20 mil habitantes gracias a la implementación de nuevas prácticas de compensación a través de programas de desarrollo integral y sostenible como: implementación y mejoramiento de sistemas de alcantarillado, agua potable y tratamiento de desechos; apoyo en la infraestructura en varios centros educativos, con influencia en varias parroquias cercanas al proyecto incluyendo a varias comunidades, mejoramiento y ampliación del servicio eléctrico; las cuales son ejecutadas a través CELEC EP, Unidad de Negocio Coca Codo Sinclair (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2017)

IMPACTO AMBIENTAL DE LA HIDROELÉCTRICA

Los proyectos hidroeléctricos desarrollados en el Ecuador, sin lugar alguna han mejorado la matriz energética del país, pero uno de los temas que mayor relevancia tiene en la actualidad al desarrollar cualquier proyecto es el impacto ambiental que este pueda ocasionar, ya sea a pequeña o gran escala y el proyecto de la hidroeléctrica Coca Codo Sinclair no es la excepción.

Las cerca de 40.000 hectáreas del área de influencia del CCS se ubican en una zona de alto riesgo volcánico (El Reventador) y de deslaves, por lo cual la implantación del CCS fue durante dos décadas postergada, sobre todo por limitaciones de la tecnología de construcción que resultaba inadecuada frente a la elevada inestabilidad morfológica de la zona. La tecnología de perforación y generación disponible actualmente, permite potenciar el aprovechamiento, reducir los costos y acelerar el cronograma de implantación de la obra, afirman las autoridades del sector eléctrico (CONELC y MEER) y la empresa operadora.

Sin embargo, el impacto de las 3 líneas de transmisión sobre los bosques remanentes de la zona, fincas y centros poblados (por derechos de vía, expropiaciones o tala y manejo de ley), a lo largo de los tramos de 120 km hasta Pifo y de 70 km hasta Nueva Loja representan el mayor desafío para la conservación y la gobernanza energética de este proyecto, aspecto sobre el cual no se explica ningún detalle en los EIAP, ni por autoridad o funcionario de la operadora.

Además, por paradójico que parezca, el Decreto Ejecutivo 655 de octubre del 2007 que establece la declaratoria de prioridad nacional de las obras eléctricas por sobre unidades de conservación, especialmente en bosques protectores, pasa por alto una consideración ecológica fundamental, ya que estos bosques son los que generan y regulan los ciclos hidrológicos en la vertiente amazónica, factor del cual depende la vida útil todo proyecto hidroeléctrico, para nuestro caso el CCS (López, 2010)

Según (Castro, 2014) indica que El desvío de los caudales de los ríos, la construcción de grandes vías de acceso, el desplazamiento poblacional, las indemnizaciones por terrenos, los impactos en comunidades aledañas, todos estos son temas de gran relevancia al momento de realizar y fiscalizar los planes de manejo ambiental de cada proyecto. Será necesario que los programas de mitigación de impactos de cada proyecto se cumplan a cabalidad de modo que exista una adecuada gestión de las cuencas hidrológicas para mantener el caudal ecológico requerido y así disminuir las afectaciones a las comunidades aledañas y al ecosistema

Muchos investigadores ponen en duda si existe realmente beneficios por la construcción de este proyecto y estas dudas surgen porque están enfocados en el tema ambiental.

Entre Ecuador y China realizaron ciertos parámetros medioambientales y directrices para los contratos de construcción en los países; La responsabilidad ambiental y productos de la coordinación ambiental donde serán las bases para disminuir al máximo el impacto ambiental en este proyecto.

Responsabilidad Ambiental

Subproceso Ambiental comprende la contribución activa y voluntaria al mejoramiento ambiental por parte de la Empresa. La Coordinación Ambiental como la responsable del subproceso Ambiental tiene las siguientes atribuciones y responsabilidades:

- a) Coordinar la obtención de Licencias y Permisos Ambientales Integrales;
- b) Planificar, elaborar, coordinar, implementar, cumplir y dar seguimiento a planes, programas, procedimientos, normas y manuales establecidos en la legislación ecuatoriana y muy especialmente en lo relacionado a lo ambiental;
- c) Diseñar y gestionar proyectos de desarrollo ambiental;
- d) Planificar, monitorear y evaluar proyectos, concertar acciones y coordinar actividades, así como, velar por la administración eficiente de los recursos naturales de las zonas de influencia del o los proyectos que desarrolle la Empresa;
- e) Elaborar y dirigir la ejecución de programas de monitoreo y control de cuerpos hídricos;
- f) Elaborar y dirigir el control y monitoreo de descargas de los sistemas de tratamientos de aguas residuales;
- g) Elaborar y coordinar programas de manejo de desechos peligrosos;
- h) Ejecutar programas de control y monitoreo por afectaciones que se puedan realizar al aire;
- i) Elaborar, dirigir y supervisar programas de conservación y monitoreo de flora y fauna;
- j) Elaborar y ejecutar programas de reforestación en las zonas de influencia del o de los proyectos que desarrolle la Empresa
- k) Coordinar programas de concienciación ambiental;
- l) Supervisar planes de control y vigilancia de la conservación de los bosques protectores;
- m) Ejecutar programas de reinserción de especies silvestres;
- n) Dirigir, coordinar y controlar programas de rescate de los recursos culturales de la zona;
- o) Elaborar los Programas Operativos Anuales de manejo ambiental, conservación de los elementos bióticos, de los ecosistemas y de forestación;
- p) Apoyar al área Técnica en la adquisición de predios y constitución de servidumbres necesarias para la ejecución del o de los proyectos que desarrolle la Empresa;
- q) Definir y evaluar la aplicación de las normas de manejo ambiental contractual;

- r) Entregar la información pertinente al área de Gestión para su monitoreo y retroalimentación;
- s) Supervisar la ejecución de los programas del plan de manejo ambiental por parte de los contratistas;
- t) Ejecutar las obligaciones ambientales del proyecto Coca Codo Sinclair de 1500 MW;
- u) Ser responsable de la aplicación del programa de Compensación Ambiental; reforestación y manejo de cuencas del proyecto; y,
- v) Las demás que le sean asignadas por las regulaciones y normativa interna de la Empresa.

Productos de la Coordinación Ambiental

La Coordinación de Ambiental de la Empresa en ejercicio de sus funciones desarrollará los siguientes productos:

- a) Licencias y Permisos Ambientales
- b) Plan de Manejo Ambiental y de Participación Comunitaria en el Proyecto
- c) Estudios de Impactos Ambientales
- d) Matriz de Riesgos Ambientales
- e) Diseño de obras de Remediación y de Conservación de los Ecosistemas;
- f) Proyectos de Relacionamento Comunitario con autoridades locales y habitantes de la zona;
- g) Presupuestos de Manejo Ambiental;
- h) Fiscalización a contratistas que desarrollen actividades relacionadas con el Manejo Ambiental del o de los proyectos que desarrolle la Empresa;
- i) Auditorías ambientales de cumplimiento de los planes de manejo ambiental del o de los proyectos que desarrolle la Empresa;
- j) Plan de compensación ambiental en las zonas de influencia del o de los proyectos que desarrolle la Empresa;
- k) Informes de aprovechamiento forestal sustentable;
- l) Plan de manejo de polígono de 1062,5 Ha; y,
- m) Los demás que le sean determinados por las regulaciones y normativa interna de la Empresa (Celec EP, 2015)

En Ecuador existen las siguientes normas y leyes: ley de gestión ambiental, ley de régimen del sector eléctrico, norma para la prevención y control de la contaminación ambiental del recurso agua de centrales hidroeléctricas, entre otras.

Ecuador fue el primer país del mundo llevar a nivel constitucional los derechos de la naturaleza y es un poco contradictorio con la elaboración de hidroeléctricas en zonas de reservas nacionales con una diversidad de riqueza ecológica. La empresa Sinohydro para desarrollar la construcción de la hidroeléctrica mediante el contrato EPC (*Engineering, Procurement and Construction*) le obliga realizar un programa Integral Medioambiental, el cual hará todo tipo de trámite para salvaguardar la ecología de esa zona.

Además de la normativa nacional y de las disposiciones medioambientales de los contratos comerciales, por el lado chino también se contemplan disposiciones medioambientales que deben cumplir las empresas constructoras.

En los últimos cinco años Coca Codo Sinclair Sopladora Minas San Francisco. El contrato EPC dispone que Sinohydro tiene la obligación de realizar un programa integral medioambiental: - Plan de Seguridad, Higiene, Salud y Ambiente, SHSA (Anexo U). - Plan de Manejo Ambiental - Indemnizar en caso de cualquier contaminación - Proteger el Medio Ambiente. Cocasinclair EP es el responsable de: Obtener la "Licencia Ambiental" y los permisos para la "explotación y uso de recursos naturales". El contrato dispone que se cumplan las especificidades de los pliegos:

El proyecto se inscribe en el programa de Mecanismos de Desarrollo Limpio (Art. 12 Protocolo de Kioto). Plan de Manejo Ambiental y Garantía Ambiental. Indemnizar por cualquier contaminación - Adoptar todas las medidas para proteger el medio ambiente. CELEC se compromete: Contratar consultora para el gerenciamento. Fiscalización, y supervisión técnica.

La Contratista se compromete a: Plan de Manejo Ambiental aprobado por Min. De Ambiente. En caso de no cumplir PMA, deberá realizar reparaciones, reconstrucciones, correcciones. Cumplir con límites de emisiones - Garantía Ambiental por el 0,5% del valor total del proyecto. CELEC se compromete: Fiscalización y supervisión. Adoptar todas las medidas necesarias para proteger el medio ambiente 85 los bancos chinos, que financian las obras, han creado normas medioambientales para sus empresas con operaciones en el exterior (Gallagher, Irwin, & Koleski, 2013).

El EIA (Estudio de Impacto Ambiental) Definitivo, que realizó (Efficacitas, 2009) indicó que las áreas de influencia directa del proyecto son las zonas en donde se construye la central y principalmente las comunidades río abajo de la obra de captación, las cuales se verán afectadas por la disminución del flujo natural del río y la calidad del agua.

Entre las zonas de influencia indirecta están las comunidades río arriba del sitio de captación - correspondientes a las cuencas de los ríos Salado y Quijos, las cuales podrían enfrentar inundaciones y problemas de desplazamiento, influencia en el desarrollo urbano y rural, en las derivaciones de agua y vertimientos de aguas residuales, y prácticas predatorias de la vegetación y el suelo.

A pesar que el BDC ha sido el que más ha avanzado en la normativa medioambiental, el Eximbank de China, principal financiador de los proyectos de este estudio, también ha tenido grandes avances. En 2004, el Eximbank diseñó las "Directrices para la Evaluación de Impacto Ambiental y Social de los Proyectos de Préstamo", que fueron actualizadas y publicadas oficialmente en 2007.

Estas directrices fortalecieron las exigencias socio-ambientales para la aprobación del préstamo. Entre las disposiciones que exigen están los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) previos y posteriores a la implementación del proyecto, respeto de las normas medioambientales del país anfitrión, respeto de los derechos de los pueblos ancestrales, y opinión pública para proyectos con potenciales impactos graves sobre el medioambiente.

A pesar de los avances, las directrices del Eximbank tienen sus limitaciones. Por ejemplo, no exigen el cumplimiento de normas medioambientales internacionales, mecanismos de reclamo, y evaluaciones independientes (Gallagher, Irwin, & Koleski, 2013).

Respecto a los impactos ambientales más significativos se identifican dos fases. En la fase de construcción las principales afectaciones se darán en la calidad del aire, nivel de ruido, uso de los suelos, variación en el paisaje natural (afectando sobre todo las zonas de sensibilidad biótica media-alta), y en la cantidad y calidad de recurso hídrico por la movilización de tierras, excavaciones, remoción de vegetación, uso de maquinarias y combustibles. En la fase operativa, la contaminación del aire, niveles de ruido y afectaciones en uso de suelos disminuirán significativamente.

Sin embargo, los impactos en el recurso hídrico aumentarán debido a la acumulación de sólidos, contaminantes y sedimentos, descargas de aguas negras; además de la disminución del caudal ecológico lo cual afectará directamente a las comunidades río abajo, flora, fauna y el paisaje de la Cascada de San Rafael (Efficacitas, 2009).

Según (López, 2010) la captación del caudal en el Salado afectará a la cascada San Rafael, en un estimado del 60% de su caudal promedio, siendo este uno de los principales impactos del CCS, ya que se trata del mayor salto de agua del país.

Del estudio de impacto ambiental preliminar del proyecto CCS13, extraemos los principales impactos identificados para la central hidroeléctrica, ya que no se menciona casi nada sobre las líneas de transmisión:

- Afectación permanente por procesos morfo-dinámicos activos.
- Impactos de vías de acceso
- Obra de captación al embalse compensador que será construida en la cuenca hídrica de Machacuyacu.
- Acceso desde El Salado al Túnel de conducción (31,5 km) en B.P. La Cascada
- Acceso desde Simón Bolívar a la Casa de maquinas (12 Km doble vía) en B.P. del río Tigre
- Acceso a ventana intermedia para perforación (900 m)
- Ubicación de material de excavación de 580.000 m³ (cantidad incorrecta)
- Deforestación de una trocha de 33,5 km de largo por 50 km de ancho en línea de transmisión
- 2 campamentos temporales 0,9 ha en BP La Cascada
- Impactos en turismo-rafting (tramo Río Quijos entre Linares – El Salado)
- Cambio en escorrentía subterránea
- Variación de caudales de ríos
- Asentamientos e inundaciones
- Aumento en la sedimentación
- Incremento en consumo de agua doméstica
- Proliferación de vectores
- Generación de empleo local y dinamización de la economía regional

IMPACTO SOCIAL

Al hablar de impacto social nos estamos refiriendo a consecuencias positivas y negativas que trae consigo el desarrollo del mega proyecto hidroeléctrico Coca Codo Sinclair denominado “Emblemático” por su magnitud hacia el pueblo ecuatoriano, este plan tiene como misión la generación de energía hidroeléctrica con calidad, eficiencia que tenga un mínimo impacto ambiental y a su vez tenga bajo costos para quienes hagan uso del servicio (CHEN, 2015).

El propósito fundamental bajo el cual se trabaja el proyecto además de la generación de una gran capacidad energética se habla de los grandes beneficios ambientales y por los cuales se le ha calificado al proyecto Mecanismo de Desarrollo Limpio, la hidroeléctrica se constituye en un proyecto en el que se trabaja con energía renovable en base a una potencia instalada de 1500 Mw, entre otros aspectos muy relevantes que detallaran a continuación:

Con la construcción de este proyecto se dará paso al cambio de la actual matriz energética, contribuirá al desarrollo sostenible de la zona y por ende del país.

- Ayudará a reducir el gas de efecto invernadero
- Más energía eléctrica para la población ecuatoriana
- Ahorro para el Estado, por disminución de importación de energía y de combustibles para generación eléctrica
- Puestos de trabajo para los ecuatorianos
- Tarifa eléctrica más baja
- Permitirá que el Ecuador se autoabastezca de energía eléctrica

En el área donde se construye la hidroeléctrica no se encuentran asentamientos poblacionales solo están los propietarios de fincas, mientras que en el área de influencia del proyecto se evidencia un alto porcentaje de pobreza, en relación a las necesidades básicas insatisfechas de los cantones Gonzalo Pizarro y el Chaco en donde se sitúa el proyecto se ha establecido un total de 14.378 habitantes, de las cuales un 28 se calificó como no pobres mientras que el restante 72% como pobres., también es necesario saber que según datos del INEC en el cantón Chaco se conoce que el 77.73% de la población es alfabeto, por su parte el 22.27% es analfabeta, mientras que el mayor grado de educación alcanzado es la primaria, dentro del área de influencia donde se ubica el proyecto se identificaron tres unidades educativas de nivel primario y secundario,

Consecutivamente en el cantón Gonzalo Pizarro se nota un crecimiento en el aporte educativo es así que el 86.29% de la población es alfabeto y el 13.71% analfabeta igual su nivel más alto es la primaria también cuenta con tres unidades educativas, en educación existen cifras muy bajas, en todos los niveles lo que trae consigo una debilidad en cuanto al ámbito laboral, impidiendo la participación de su gente en la toma de decisiones que ayude a mejorar su situación (CHEN, 2015).

Con respecto a vivienda en el cantón Chaco existen un total de 2750 viviendas, el 51.63% se localiza en el área rural y el 48.36% en el área urbana, así mismo en el cantón Gonzalo Pizarro existen 2323 viviendas de las cuales el 72.93% se sitúa en el área rural y el 27.07% en la urbana, en lo que respecta a servicios básicos en donde se asienta el proyecto se encuentran el 80% de la población del cantón Chaco recibe agua de la red pública, el 62% del cantón Gonzalo Pizarro accede al agua de consumo.

En relación a acceso al servicio de energía eléctrica tenemos el cantón Chaco en un 94,97% por su parte el 86,90% corresponde al cantón Gonzalo Pizarro, la Población en edad de trabajar (PET);

Población Económicamente Activa (PEA), además de la Tasa de participación laboral Global (TPLG) que concierne a la relación entre la colocación de las poblaciones en edad de trabajar y la población activa de los cantones El Chaco y Gonzalo Pizarro (CHEN, 2015).

En las parroquias en donde se ejecuta el proyecto su principal actividad denota en cuanto a la agricultura, ganadería, silvicultura y la pesca en un 54,80% acorde a los datos obtenidos por el Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador año 2010, también se destaca la explotación de minas y canteras 1,20%, industrias manufactureras 4,80%, entre otras actividades en las que se desenvuelven los habitantes de estas dos parroquias.

En cuanto al número de trabajadores, el proyecto CCS, debido a la magnitud de la construcción, ha requerido de un gran despliegue humano alrededor de 5.000 empleos directos y más de 15.000 indirectos, El contrato comercial permite la contratación de personal extranjero chino máximo 1.000 personas en época pico- para las áreas técnicas. Si dispone además que la mano de obra no calificada será 100% ecuatoriana (CHEN, 2015).

Según expresiones de Ángel Yachimba, Jefe de Seguridad de Sinohydro manifestó que en el proyecto laboran 6.794 trabajadores de los cuales 5.150 son ecuatorianos y 1.640 son chinos (con mano de obra calificada) de los ecuatorianos el 32% son de la provincia de Sucumbios, 31% de Napo y el 37% restante de otras partes del país.

Para la ejecución de la obra se estableció ciertas cláusulas que ayudaran a los empleados a sentirse tranquilos en su lugar de trabajo para el proyecto Coca Codo tenemos que la empresa contratista se compromete con, el Plan de Seguridad e Higiene Salud y Ambiente, asegurando el adoptar las medidas que ayuden a mantener la seguridad y la protección de todos sus trabajadores, así como el manejo de un plan de control de seguridad (CHEN, 2015).

Además, se establece la responsabilidad de la contratista de cumplir con un mínimo porcentaje de Participación Nacional y de Valor Agregado que ayude a mejorar el desarrollo del país y por ende de la industria ecuatoriana, así como el uso de personal técnico y gerencial calificado tanto nacional como extranjero. Debe además cumplir con todos los beneficios de Ley, prestaciones, indemnizaciones laborales, historia médica, seguridad y salud ocupacional, que permita cumplir con el derecho del trabajador de desenvolverse laboralmente dentro de un ambiente sano, equilibrado y seguro (CHEN, 2015).

Mucho se ha hablado de ciertos inconvenientes que se ha dado en la afiliación de los empleados al IESS siendo un debate muy desarrollado que evidentemente necesita ser manejado con la mejor de las consideraciones ya que es vital que los empleados cuenten con un seguro además que se lo establece dentro de la constitución y dentro del contrato laboral, lo que se conoce es que si se encuentran afiliados (CHEN, 2015).

Con el desarrollo de un análisis muy profundo por parte de la empresa Sinclair hacia las comunidades que quedan cercanas al proyecto se ha desarrollado un compromiso para en conjunto mejorar los niveles de la población a través de la participación activa de los gobiernos seccionales con los habitantes de la zona para poder caminar de la mano enfocados en una sola dirección cumplir con el objetivo trazado y que permita que ambas partes se beneficien de forma paulatina (CHEN, 2015).

Actualmente con la nueva matriz energética se pretende crear una energía limpia y renovable que permitirá mejorar las condiciones de vida de los ecuatorianos es así como surge una iniciativa gubernamental de sustituir el gas por la electricidad, eliminando los \$ 1.000 millones anuales que se invierte en subsidio de un producto que es importado y no renovable por una fuente sostenible, abundante y local como la hidroelectricidad (CHEN, 2015).

IMPORTANCIA DEL PROYECTO FRENTE A LA NUEVA MATRIZ ENERGÉTICA

El Ecuador es un país distinguido por su riqueza de recursos naturales, cuenta con reservas considerables de minerales y petróleo.

La extracción y la exportación de crudo han marcado el desarrollo del Ecuador en las últimas cuatro décadas y las ganancias que se han generado por la industria han sido la principal fuente de ingresos. Sin embargo, el petróleo es un combustible fósil no renovable y los sitios de explotación son cada vez más reducidos, por este motivo el gobierno del Ecuador, busca medidas alternativas invirtiendo en fuentes energéticas que sean renovables.

Los proyectos hidroeléctricos son los más idóneos para la generación de energía eléctrica, ya que a través de ellos se abastecería la demanda energética en el país llegando a exportar energía a otros países.

Los ríos son fuentes hídricas renovables, que, a más de generar electricidad a bajo costo para la población, dejando de lado las centrales termoeléctricas.

OPORTUNIDADES ECONÓMICAS QUE TENDRÍA EL ECUADOR EN EL MERCADO ENERGÉTICO INTERNACIONAL

La energía es un elemento fundamental para alcanzar un desarrollo integral en un país, gracias a un apropiado manejo y control de esta Fuente, permite alcanzar un crecimiento sostenido, mejorando la calidad de vida de sus habitantes.

Por esto, el plan estratégico del gobierno es llevar a cabo grandes proyectos y construcción de infraestructuras mediante la inversión en investigación, desarrollo y el talento humano, porque estas son maneras de atraer una gran transformación y a su vez son oportunidades que propician establecer cadenas productivas posicionando al Ecuador frente a la comunidad internacional como un país prometedor, rentable y capaz de ejercer importantes relaciones internacionales.

De esta manera, el proyecto Coca Codo Sinclair fue desarrollado con el fin de ser el vínculo para alcanzar oportunidades comerciales con otros países. Para enfrentar nuevos retos, como el aumento de la demanda de energía y la situación de lucha contra el cambio climático, es fundamental realizar inversiones en el sector energético.

La energía hidroeléctrica es fundamental, debido a que es la energía más eficiente y menos contaminante. Nos ofrece un beneficio mutuo porque actualmente tan solo la hidroeléctrica Coca Codo Sinclair permite cubrir 30% la demanda energética a nivel nacional e incluso la demanda de países vecinos mejorando la competitividad del sector eléctrico

RESPONSABILIDAD SOCIAL EN EL SECTOR

La Coordinación de Responsabilidad Social como la responsable del subproceso de Responsabilidad Social tiene las siguientes atribuciones y responsabilidades:

- a) Generar las condiciones para el desarrollo de relaciones sociales y políticas; constructivas y propositivas con las autoridades, comunidades y habitantes de la zona en que se ejecutan las obras de construcción del o de los proyectos a cargo de la Empresa
- b) Desarrollar políticas empresarias acordes al plan del buen vivir, relacionadas a los procesos de Responsabilidad Social de la Empresa;

c) Apoyar en los procesos de identificación de posesionarios y legalización de tenencia de tierras, en bosques protectores, áreas protegidas y demás zonas de construcción y amortiguamiento del o los proyecto que desarrolle la Empresa;

d) Planificar, diseñar, gestionar y ejecutar, en coordinación con las instituciones y organismos responsables, los programas, planes y/o proyectos para el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades asentadas en la zona de influencia del o de los Proyectos, en las áreas de educación, salud, agrícola, capacitación y servicios básicos;

e) Evaluar y resolver la pertinencia de las solicitudes presentadas por los Gobiernos Autónomos Descentralizados, comunidades y actores locales, que permitan un desarrollo sostenible y sustentable de las zonas de influencia del o de los proyectos que ejecute la Empresa;

f) Implementar los Planes de Compensaciones y Responsabilidad Social aprobados por la Empresa, para el desarrollo y apoyo a la comunidad en las zonas de influencia del o de los proyectos de la Empresa; y, g) Las demás que le sean asignadas por las regulaciones, normativa interna de la Empresa (CELEP EP, 2015).

La Coordinación de Responsabilidad Social de la Empresa en ejercicio de sus funciones desarrollará los siguientes productos:

a) Plan Integral de Compensaciones y Responsabilidad Social con revisiones semestrales;

b) Planes, programas y/o proyectos para el desarrollo de la comunidad en los ámbitos de salud, capacitación, educación, agrícola y servicios básicos;

c) Programas y proyectos de capacitación formal y profesional para los sectores comunitarios en coordinación con los entes competentes.

d) Programas de capacitación a la comunidad en áreas técnicas, artesanales y turísticas.

e) Especificaciones técnicas, términos de referencia y/o pliegos para la adquisición de obras, bienes y/o servicios, incluidos los de consultoría, asociadas a las responsabilidades de las Compensaciones y Responsabilidad Social de la Empresa.

f) Campañas de promoción y difusión de los beneficios del o de los proyectos que desarrolle la Empresa en lo relacionado a la Responsabilidad Social de la Empresa en coordinación con el Área de Comunicación;

g) Reportes e informes de gestión de las relaciones desarrolladas con las comunidades;

h) Reportes e informes de gestión; y,

i) Las demás que le sean asignadas por las regulaciones, normativa interna de la Empresa. (CELEP EP, 2015)

Coca codo Sinclair beneficia directamente a más de 20 mil habitantes del sector del chaco y Gonzalo Pizarro, esto se da gracias a la implementación de nuevas prácticas de compensación a través de programas de desarrollo integral y sostenible como: implementación y mejoramiento de sistemas de alcantarillado, agua potable y tratamiento de desechos; apoyo en la infraestructura de varios centros educativos, mejoramiento y ampliación del servicio eléctrico; las cuales son ejecutadas a través CELEC EP, Unidad de Negocio Coca Codo Sinclair.

CONCLUSIONES

Los ocho proyectos hidroeléctricos desarrollados por el Estado permiten incrementar la capacidad nacional instalada a 7.873 MW.

Con una inversión de aproximadamente 4.500 millones de dólares en estas obras y se logrará reemplazar el uso de combustibles contaminantes en un 93%.

A partir de los grandes proyectos hidroeléctricos, Ecuador estará en capacidad de exportar energía a Colombia y Perú en primera instancia y posteriormente hacia Chile.

La implementación de estos proyectos prevé reducir el costo de la energía eléctrica, incentivando el consumo y el cambio de cocinas de a gas a cocinas de inducción

Permite reducir el subsidio al gas, aunque se mantendrá el subsidio al consumo eléctrico vigente hasta el 2018.

El incremento de la oferta de generación, el país reduce la dependencia externa, sustituyendo la importación de energía y así alcanzar la autonomía en el servicio público de electricidad.

El desarrollo de estos proyectos ayuda al desarrollo social de las poblaciones, brindando mejor calidad de vida para los habitantes.

Aunque las construcciones de hidroeléctricas ayudan a la filtración y purificación del agua, genera impactos ambientales como deforestación para la construcción de las instalaciones, afectación al ciclo de vida y reproducción de especies ubicadas en la zona.

La energía hidroeléctrica incurre en costos más bajos en comparación con otros medios para producir electricidad.

Las creaciones de los proyectos hidroeléctricos ayudan a la creación de plazas de trabajo generando 10.000 empleos directos y 50.000 indirectos.

matriz de generación eléctrica en base a fuentes de energía renovables no convencionales.

Los proyectos desarrollados por el gobierno ayudan a atraer inversión extranjera y posicionar al Ecuador frente a la comunidad internacional, como país prometedor, rentable y capaz de ejercer importantes relaciones internacionales.

El estado ecuatoriano gasta aproximadamente 500 millones de dólares en subsidio al GLP para uso residencial, debiendo beneficiar únicamente a las familias de bajos recursos económicos, es decir, a los quintiles 1 y 2, pero actualmente los quintiles que más se benefician del subsidio son los quintiles 4 y 5, los mismos que por pertenecer al estrato social medio alto y alto se encuentran en condiciones de pagar el precio real (US\$ 13) del GLP.

La sustitución de gas por tecnología eléctrica de alto rendimiento como cocinas de inducción y calentadores eléctricos, será una buena oportunidad para disminuir el contrabando de GLP de uso doméstico por las fronteras y para evitar el uso ilegal en la industria y el comercio.

La cocción y calentamiento de agua con electricidad también representa un ahorro económico para todos los ecuatorianos que adopten el sistema de sustitución propuesto, debido a que la tarifa de electricidad baja durante el período de estudio con el ingreso de los nuevos proyectos de generación candidatos y en construcción.

La sustitución de cocción y calentamiento de agua a gas por su equivalente eléctrico ayudaría a mejorar el factor de carga del Sistema Nacional debido a que el mayor consumo se daría en la mañana, y no en el pico de demanda como se pensaba en un inicio.

La diferencia principal entre el plan de expansión de generación obtenido para la proyección normal de energía; y el plan de expansión con demanda adicional de energía por cocción y calentamiento de agua con electricidad, es que en el corto plazo solo se incorporarían 190 MW de generación térmica mientras que en el mediano y largo plazo el modelo no considera la entrada en operación de los proyectos hidroeléctricos Topo, Río Luis y Angamarca Sinde, por lo cual los costos son menores.

El modelo SUPER OLADE, a través de sus módulos e interfaces permitió determinar el plan de expansión óptimo de generación en base a las 117 exigencias de la demanda futura y de los mínimos costos de inversión y operación y mantenimiento.

Los planes de expansión indican que en el corto plazo para cubrir la demanda de energía eléctrica, se deberán incorporar algunos proyectos de generación termoeléctrica misma que debe reunir condiciones mínimas de eficiencia y hacer uso de combustibles de producción local, preferentemente residuo, y de ser factible, gas natural. Atendiendo al impacto que tendría en los precios de la energía.

Analizando los resultados de los planes de expansión obtenidos, se concluye que el plan determinado para el segundo escenario, es el más económico; debido a que en el período de análisis (2009 - 2020), no se requiere la incorporación de varios proyectos de generación térmica como es el caso en el escenario 1, en el que, el incremento de la demanda por cocción y calentamiento de agua con electricidad inicia en el año 2010, y exige la incorporación de 500 MW de generación térmica cuando se considera la importación de energía de Colombia y 900 MW de generación térmica sin importación de energía desde Colombia .

El proyecto Coca Codo Sinclair de 1500 MW el cual es un proyecto muy importante y quizá el de mayor interés nacional es una alternativa que permitiría tener una capacidad de exportación importante y más aún si entra en la fecha pronosticada según los cronogramas.

Coca Codo Sinclair está revitalizando la economía del país y principalmente de las zonas de Napo y Sucumbíos donde está asentada la obra. Al momento ya genera 5 307 mil puestos de trabajo directo y unos 15 mil indirectos. El 100% de la mano de obra no calificada es nacional.

En lo que se refiere de impactos ambientales negativos los materiales de residuo de las canteras contaminan la zona, pero a esto le retribuye la reforestación que están obligados a dejar los trabajadores que estaban encargados de talar los árboles para construir los campamentos y depósitos de maquinarias.

Como conclusión final se puede decir que este proyecto millonario beneficia mucho al Ecuador ya que promueve el cambio de la matriz productiva e incentiva el desarrollo económico y social del país.

Referencias bibliográficas

Agencia de regulación y Control de Electricidad. (s.f.). *Agencia de regulación y Control de Electricidad*. Obtenido de <http://www.regulacionelectrica.gob.ec/construccion/>

ALBORNOZ VINTIMILLA, E. (2013). *Ministerio de Electricidad y Energía Renovable*.

- Albornoz, E. (02 de 10 de 2014). 8 nuevos proyectos hidroeléctrico. (E. M., Entrevistador)
- Bautista, S. N. (2015). contribuciones_2015. Obtenido de http://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/10/contribuciones_2015_-_categoria_biblioteca1.pdf
- Cabrera, G. L. (2009). Amasanga: la región amazónica en la prensa ecuatoriana. Ecuador : Editorial Planeta del Ecuador, 2009.
- Castro, D. (2014). Universidad Andina Simón Bolívar. Obtenido de "Cooperación Energética" China - Ecuador: ¿Una relación de mutuos beneficios?: <http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/3864/1/T1377-MRI-Castro-Cooperacion.pdf>
- Celec EP. (2015). Coca Codo Sinclair. Obtenido de <https://www.celec.gob.ec/cocacodosinclair/index.php/2015-09-07-17-45-09/headers/coca-codo-sinclair2/resumen-de-estudios>
- Celec EP. (2015). Coca Codo Sinclair. Obtenido de <https://www.celec.gob.ec/cocacodosinclair/index.php/2015-09-07-17-45-09/headers/coca-codo-sinclair2/beneficios>
- Celec EP. (2015). Coca Codo Sinclair. Obtenido de <https://www.celec.gob.ec/cocacodosinclair/index.php/2015-09-07-17-45-09/headers/coca-codo-sinclair2/responsabilidad-ambiental>
- CELEP EP. (7 de Septiembre de 2015). Proyecto Coca Codo Sinclair. Obtenido de <https://www.celec.gob.ec/cocacodosinclair/index.php/2015-09-07-17-45-09/headers/coca-codo-sinclair2/responsabilidad-social>
- CELEC EP. (2015). Obtenido de <https://www.celec.gob.ec/cocacodosinclair/index.php/2015-09-07-17-45-09/headers/coca-codo-sinclair2/responsabilidad-ambiental>
- CHAMPUTIZ, A. P. (2009). TESIS DE GRADO COCA CODO SINCLAIR. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2318/1/T-ESPE-021552.pdf>
- Chávez, P. A. (2015). La Unidad de Negocio CELEC EP – COCA CODO SINCLAIR. Obtenido de <https://www.celec.gob.ec/cocacodosinclair/index.php/2015-09-07-17-45-09/headers/coca-codo-sinclair2/2015-09-08-16-11-39/single-variation-3>
- CHEN, Y. (2015). IMPACTO SOCIO-ECONÓMICO DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO COCA CODO SINCLAIR, CONSTRUIDO POR LA EMPRESA CHINA SINOHYDRO, PARA LA ECONOMÍA ECUATORIANA. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/9737/Trabajo%20de%20Titulaci%C3%B3n%20Yilin%20Chen.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Efficâcitas. (Abril de 2009). *DocPlayer*. Obtenido de <http://docplayer.es/8330283-Estudio-de-impacto-ambiental-definitivo-proyecto-hidroelectrico-coca-codo-sinclair-cocasinclair-contenido.html>
- Energías de mi País. (2010). Obtenido de <http://energiasdemipais.educ.ar/la-matriz-energetica-argentina-y-su-evolucion-en-las-ultimas-decadas/>
- Gallagher, K., Irwin, A., & Koleski, K. (2013). ¿Un mejor Trato? Análisis comparativo de los Préstamos chinos en America Latina. *Cuadernos de Trabajo del Chimex*.
- INEC. (2015). *Instituto Nacional de Estadística y Censos*. Obtenido de <http://www.regulacionelectrica.gob.ec/estadistica-del-sector-electrico/recaudacion-anual/>

- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2015). *Instituto Nacional de Estadística y Censos*. Obtenido de <http://www.regulacionelectrica.gob.ec/estadistica-del-sector-electrico/recaudacion-anual/>
- López, V. (2010). *Implicaciones del Proyecto Coca Codo Sinclair para la Amazonía Ecuatoriana*. Obtenido de <https://mail.google.com/mail/u/0/#inbox/15c990e897d642c3?projector=1>
- Ministerio Coordinación de Sectores Estratégicos. (2016). *Ministerio Coordinación de Sectores Estratégicos*. Recuperado el 11 de 06 de 2017, de Agenda de Energía: <http://www.sectoresestrategicos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/10/AGENDA-DE-ENERGIA-2016-2040-vf.pdf>
- Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos. (2016). *Coca Codo Sinclair. Sectores Estratégicos para el buen vivir*, 5-7.
- Ministerio de Electricidad y Energía renovable. (04 de 2017). *Ministerio de Electricidad y Energía Renovable*. Recuperado el 11 de 06 de 2017, de <http://www.energia.gob.ec/toachi-pilaton/>
- Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (2017). *Ministerio de Electricidad y Energía Renovable*. Obtenido de <http://www.energia.gob.ec/coca-codo-sinclair/>
- Ministerio de Electricidad y Recursos renovable. (04 de 2017). *Ministerio de Electricidad y Recursos renovable*. Recuperado el 11 de 06 de 2017, de <http://www.energia.gob.ec/minas-san-francisco/>
- Ministerio de Electricidad y Recursos renovables . (04 de 2017). *Ministerio de Electricidad y Recursos renovables* . Recuperado el 11 de 06 de 2017, de <http://www.energia.gob.ec/manduriacu/>
- Ministerio de Electricidad y Recursos renovables. (04 de 2017). *Ministerio de Electricidad y Recursos renovables*. Recuperado el 11 de 06 de 2017, de <http://www.energia.gob.ec/delsitanisagua/>
- Ministerio de Electricidad y Recursos renovables. (04 de 2017). *Ministerio de Electricidad y Recursos renovables*. Recuperado el 11 de 06 de 2017, de <http://www.energia.gob.ec/minas-san-francisco/>
- Ministerio de Electricidad y Recursos renovables. (04 de 2017). *Ministerio de Electricidad y Recursos renovables*. Recuperado el 11 de 06 de 2017, de <http://www.energia.gob.ec/quijos/>
- Ministerio de Electricidad y Recursos renovables. (04 de 2017). *Ministerio de Electricidad y Recursos renovables*. Recuperado el 11 de 06 de 2017, de <http://www.energia.gob.ec/sopladora/>
- OLADE . (2011). Organización Latinoamericana de Energía. Quito.
- Porto, J. P., & Gardey, A. (2014). *Definición .de*. Obtenido de <http://definicion.de/energia-renovable/>
- UPME. (9 de Junio de 2017). Obtenido de <http://www1.upme.gov.co/glosario/cadena-energetica>