



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

SISTEMA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN FINANZAS Y ECONOMÍA EMPRESARIAL

TÍTULO DE TRABAJO DE TITULACIÓN

“EVALUACIÓN COSTO-BENEFICIO DE LA HIDROELÉCTRICA COCA CODO  
SINCLAIR”

Previa a la obtención del Grado Académico de Magíster en Finanzas y  
Economía Empresarial

ELABORADO POR:

Daysy del Pilar Castañeda Ordóñez

TUTOR

Ing. María Josefina Alcívar Avilés, Ph.D

Guayaquil, a los 4 días del mes de febrero año 2021.





UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

## SISTEMA DE POSGRADO

### **DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

YO, Daysy del Pilar Castañeda Ordóñez

DECLARO QUE:

El trabajo de investigación titulado “Evaluación costo-beneficio de la hidroeléctrica Coca Codo Sinclair” previa a la obtención del Grado Académico de Magíster, ha sido desarrollada en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del trabajo de titulación del Grado Académico en mención.

Guayaquil, a los 4 días del mes de febrero año 2021

*Daysy Castañeda*

---

Daysy del Pilar Castañeda Ordóñez



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

## SISTEMA DE POSGRADO

### AUTORIZACIÓN

YO, Daysy del Pilar Castañeda Ordóñez

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación en la biblioteca de la institución del trabajo de titulación de la Maestría en Finanzas y Economía Empresarial: "Evaluación costo-beneficio de la hidroeléctrica Coca Codo Sinclair", cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 4 días del mes de febrero año 2021

Daysy Castañeda

---

Daysy del Pilar Castañeda Ordóñez

# REPORTE DE URKUND

The screenshot displays the URKUND interface. On the left, a sidebar contains document metadata: **Documento**: [Dayvy Castañeda Coca Codo-Costo-Beneficio 1.pdf](#) (097253665); **Presentado**: 2021-03-04 15:00 (-05:00); **Presentado por**: Teresa Alcívar Avilés (maria.alcivar10@cu.ug.edu.ec); **Recibido**: maria.alcivar10.ucsg@analysis.orkund.com. A yellow box indicates that 4% of the 31 pages contain text from 19 sources.

The main area is divided into two panes. The top pane, titled "Lista de fuentes", lists 19 sources with icons for each. The bottom pane shows the document's content, which is partially obscured by a loading spinner. Visible text includes: "Previo a la obtención del Grado Académico de Magister en Finanzas y Economía Empresarial ELABORADO POR: Dayvy del Pilar Castañeda Ordóñez TUTOR Ing. María Josefina Alcívar Avilés, Ph.D. Guayaquil, a los 4 días del mes de febrero año 2021.", "SISTEMA DE POSGRADO CERTIFICACIÓN Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por la Ing. Dayvy del Pilar Castañeda Ordóñez,", "como requerimiento parcial para la obtención del Grado Académico de Magister en Finanzas y Economía Empresarial. Guayaquil, a los 4 días del mes de febrero año 2021 DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN \_\_\_\_\_ Ing. María Josefina Alcívar Avilés, Ph.D REVISORES: \_\_\_\_\_ Econ. Jack Alfredo Chávez García, Mgs. \_\_\_\_\_ Econ. \_\_\_\_\_ Ulei Hitamar Castillo Nazareno, Ph.D DIRECTOR DEL PROGRAMA \_\_\_\_\_ Econ. María Teresa Alcívar, Ph.D", "SISTEMA DE POSGRADO DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD YO,", "Dayvy del Pilar Castañeda Ordóñez DECLARO QUE: El trabajo de investigación titulado "Evaluación costo-beneficio de la hidroeléctrica Coca Codo Sinclair" \_\_\_\_\_", and "previo a la obtención del Grado Académico de Magister en Finanzas y Economía Empresarial".

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco primeramente a Dios por ser mi guía en todo mi proceso de vida y estudio.

A mis padres y hermanos por el apoyo incondicional en cada fin de semana de mis estudios para cumplir mis metas.

A mis hijas Dakotta Belén y Kanddam Isabella por ser mi impulso para salir adelante y demostrarle que todo esfuerzo al final del camino es para un propósito gratificante y es el estudio.

Christian mi compañero de vida que en todo momento me demostró su apoyo incondicional.

De manera especial a mi tutora la Magíster María Josefina Alcívar por sus conocimientos y constante apoyo en el desarrollo de mi proyecto.

## **DEDICATORIA**

Este proyecto de investigación se lo dedico a Dios, a mis hijas hermosas, a Christian, a mi papá, a mi mamá y hermanos que, gracias a sus esfuerzos y apoyo constante he logrado culminar mis estudios durante este recorrido de aprendizaje.

A mis maestros que me apoyaron con sus conocimientos y enseñanzas durante todo este proceso de desarrollo de estudio.

## Índice General

Resumen .....	XI
Abstract.....	XII
INTRODUCCIÓN.....	1
Antecedentes.....	1
Problema.....	8
Objetivos.....	13
Objetivo general .....	13
Objetivos específicos.....	13
DESARROLLO.....	13
Marco Teórico .....	13
Teorías de la economía.....	13
Análisis costo beneficio de proyectos de inversión.....	17
Teoría de la decisión.....	22
Central hidroeléctrica .....	24
Desarrollo sostenible .....	27
Metodología de la Investigación.....	28
Resultados.....	30
Discusión de Resultados.....	36
CONCLUSIONES.....	40
Referencias .....	42

## Índice de Tablas

Tabla 1. <i>Potencial nominal y efectivo por tipo de energía</i> .....	5
Tabla 2. <i>Centrales que entraron en operación en el 2016</i> .....	5
Tabla 3. <i>Análisis costo beneficio privado y social</i> .....	19
Tabla 4. <i>Costos de construcción</i> .....	30
Tabla 5. <i>Parámetros del proyecto</i> .....	31
Tabla 6. <i>Ahorro en gasto de combustibles</i> .....	32
Tabla 7. <i>Ahorro por concepto de subsidio en diésel</i> .....	33
Tabla 8. <i>Ingresos por bonos de carbono</i> .....	33
Tabla 9. <i>Costo beneficio por la inversión realizada</i> .....	34
Tabla 10. <i>Flujo de caja del proyecto escenario 1</i> .....	35
Tabla 11. <i>Flujo de caja del proyecto escenario 2</i> .....	36

## Índice de Figuras

<i>Figura 1.</i> Impacto de construcción por rubro.....	31
<i>Figura 2.</i> Ahorro de consumo en combustible por rubro .....	32
<i>Figura 3.</i> Ahorro e ingreso generado por el proyecto .....	34

## Resumen

El proyecto Coca Codo Sinclair se lo catalogó como uno de los proyectos más grandes a nivel nacional, el cual funge como una central hidroeléctrica que busca la transformación de energía hidráulica a eléctrica. El objetivo general del trabajo fue el evaluar el costo-beneficio de la construcción de la hidroeléctrica Coca Codo Sinclair. La metodología utilizada se basó en un enfoque cuantitativo, no experimental, de alcance descriptivo, método deductivo, se utilizó la técnica de la observación. Entre los resultados obtenidos se pudo observar que hubo una diferencia entre el proyecto inicial y el costo real incurrido en la construcción de la hidroeléctrica debido al contrato firmado que no tuvo las garantías suficientes para el beneficio del Ecuador. Se pudo apreciar que este proyecto es beneficioso para al país ya que permitió un ahorro en el déficit tarifario que padecía el país, ahorro en el consumo de combustible y subsidio al diésel debido a que este tipo de energía no usa combustibles. También se logró obtener ingresos por la disminución de emisiones de gases contaminantes por medio del bono de carbono. El primer escenario de la evaluación financiera dio como resultado un costo beneficio de 13.19 una TIR del 161% y VAN de \$12,034, el segundo escenario un costo beneficio de 5.8 una TIR del 73% y VAN de \$10,776.13. Cabe recalcar que el segundo escenario fue el real y la diferencia radicó en el sobreprecio incurrido en la construcción.

**Palabras claves:** Costo beneficio, central hidroeléctrica, energía hidroeléctrica, evaluación de proyectos, ahorro económico.

## **Abstract**

The Coca Codo Sinclair project was cataloged as one of the largest projects nationwide, which serves as a hydroelectric power plant that seeks to transform hydroelectric to electrical energy. The general objective of the work was to evaluate the cost-benefit of the construction of the Coca Codo Sinclair hydroelectric plant. The methodology used was based on a quantitative approach, not experimental, of descriptive scope, deductive method, the observation technique was used. Among the results obtained, it was observed that there was a difference between the initial project and the actual cost incurred in the construction of the hydroelectric plant due to the signed contract that did not have sufficient guarantees for the benefit of Ecuador. It was noted that this project is beneficial to the country as it allowed savings in the tariff deficit suffered by the country, savings in fuel consumption and diesel subsidy because this type of energy does not use fuels. Income was also obtained by reducing pollutant gas emissions through the carbon bond. The first scenario of the financial evaluation resulted in a cost benefit of 13.19 an IRR of 161% and NPV of \$ 12,034, the second scenario a cost benefit of 5.8 an IRR of 73% and NPV of \$ 10,776.13. It should be noted that the second scenario was the real one and the difference was based on the price incurred in construction.

**Keywords:** Cost benefit, hydroelectric power station, hydroelectric power, project evaluation, economic savings.

## INTRODUCCIÓN

### Antecedentes

La Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) afirmó que América Latina y el Caribe es una región rica en recursos renovables; sin embargo, para el 2011 sólo se aprovechaba el 22% del potencial hidroeléctrico y un 4.2% de las demás energías renovables. La energía eléctrica es creada en un 58% por hidroeléctricas y en un 3% por otras fuentes de energía renovable (OLADE, 2018).

Según Hidalgo (2015) los esfuerzos por introducir la energía eléctrica al Ecuador empezaron con iniciativas de terratenientes de Milagro y Quito en 1888 y 1895 respectivamente. Para 1985 existían lugares como la Botica Francesa y el hogar de Manuel Jijón y Larrea que disponían de energía eléctrica en la capital de la república; es importante destacar que esta energía no estaba disponible para la ciudadanía en general. En 1896 inician pruebas para dotar de alumbrado público a Tulcán. En Guayaquil, los esfuerzos empezaron en 1985 por medio de la empresa General Electric Company, sin lograr su cometido. Un año después se constituye en Guayaquil la empresa The Ecuador General Electric Company, la cual tuvo prohibiciones de operar debido al gran incendio que padeció la ciudad el 5 y 6 de octubre de 1986.

El 23 de abril de 1897 llegó la electricidad para uso doméstico al Ecuador, con la instalación de dos turbinas hidráulicas de 12 kW por medio de la Empresa Eléctrica Luz y Fuerza, de la ciudad de Loja. Esta planta se implementó sobre el río Malacatos con un capital social de 16,000 sucres, el cual fue financiado por ciudadanos lojanos. La inversión convirtió a Loja en la primera ciudad del país en tener energía eléctrica, siendo la tercera en la región latinoamericana, luego de Lima y Buenos Aires. La historia cuenta que el francés Alberto Rhor fue el encargado de adquirir la planta eléctrica que se transportó marítimamente a Paita Perú, para finalmente llegar a Loja.

Desde aquí se empezó a construir y armar la planta, cuya inauguración se realizó el 1 de abril de 1899 (El Universo, 2007).

Godoy (2013) acotó que la inversión extranjera era preponderante en este sector y para 1961 existían 1,106 centrales generadoras pequeñas, la potencia promedio era de 120 MW. El problema que se suscitó en esa época se generó por el hecho que la electricidad era competencia de los municipios, razón por la cual existían sistemas aislados con diferentes voltajes y frecuencias que impedían una interconexión nacional; sólo el 17% de la población tenía acceso a la electricidad. Debido a estas circunstancias se crea el Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL), siendo la institución responsable de administrar el servicio de energía eléctrica de nivel nacional.

En los primeros cinco años de operación de INECEL decide crear el Plan Maestro de Electrificación, con el enfoque de un Sistema Nacional Interconectado que gestione integralmente la generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica. Godoy (2013) señaló que con el auge petrolero que nació en 1972 con la extracción del primer barril, se creó un Fondo Nacional de Electrificación, dando como resultado el primer proyecto hidroeléctrico en 1977 que se llamó Pisayambo, y se empezaron a realizar estudios en los ríos Paute, Toachi y Coca con 69.2 MW. En el período de 1973-1983 es planificado el Segundo Plan de Electrificación y se empieza a ejecutar el Plan Maestro de Electrificación; en este período se desarrollaron proyectos termoeléctricos, hidroeléctricos, de distribución y sub-transmisión a zonas rurales, gracias al crecimiento de exportaciones petroleras (Godoy, 2013).

En 1983 entró en funcionamiento la Central Hidroeléctrica Paute con 500 MW, siendo la generadora de energía más grande del país (Neira & Ramos, 2003). Según el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER) el subsector eléctrico ecuatoriano ha tenido una gran historia desde la Central Hidroeléctrica Paute, hasta la

Central Coca Codo Sinclair. La llegada de la Revolución Ciudadana al poder en el 2006 cambió las bases para la gestión energética otorgándole un mayor poder al Estado sobre la misma. El Gobierno del Econ. Rafael Correa desde su ingreso al poder en el 2007 ha creado ocho centrales hidroeléctricas, con el objetivo de cambiar la Matriz Energética (MEER, 2017b).

Según el MEER (2017b) la construcción de la central Coca Codo Sinclair inició en julio de 2010 y fue inaugurada el 18 de noviembre de 2016; entró en operaciones desde marzo de 2016 la fase 1 y en octubre la fase 2, aportando al Sistema Nacional Interconectado una energía neta de 4,097.49 desde abril de 2016 a febrero de 2017.

El proyecto Coca Codo Sinclair tuvo una inversión de \$2,245 millones, para lo cual se accedió a un financiamiento con la República Popular de China. Inicialmente se pretendía realizar la operación con la empresa argentina Enarsa, incluso la presidenta de ese país acudió al Ecuador a recibir una placa por el inicio de la obra, la cual nunca se realizó. El Ecuador canceló los valores por rescisión de contrato y contrató a una empresa estatal china llamada Sinohydro Corporation. La obra fue propuesta por el Plan Maestro de Electrificación del antiguo INECEL. La obra emblemática ecuatoriana antes de Coca Codo Sinclair fue la hidroeléctrica Paute-Mazar (El Comercio, 2018).

Según López (2008) el estudio de impacto ambiental realizado para el proyecto estuvo a cargo de la consultora Entrix, que fue contratada por la empresa estatal Termopichincha, que fue la primera encargada del proyecto desde septiembre de 2007, luego creó junto a Enarsa el consorcio Coca Sinclair S.A, quedando como figura una participación del 70% para el Estado y 30% para la empresa argentina, que como se indicó anteriormente se rescindió el contrato. El discurso de posesión del Econ. Rafael Correa el 15 de enero de 2007 ya establecía el proyecto Coca Codo Sinclair como

altamente prioritario; la gestión durante los primeros seis meses estuvo a cargo del Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC), luego dio paso al MEER.

Según El Telégrafo (2016) gracias a las ocho turbinas de la hidroeléctrica Coca Codo Sinclair, no sólo se provee con energía a todo el territorio ecuatoriano; sino que, también esta planta se ha encargado de brindar energía al país vecino como lo es Colombia. El país ecuatoriano llegó a un acuerdo con los colombianos, el cual consistió en que Ecuador iba a exportar 240 megavatios de energía hacia el país cafetero diariamente. Desde la inauguración de la planta hidroeléctrica el país ha percibido alrededor de \$600 millones, cantidad que demuestra que la creación de la misma ha entregado una adecuada liquidez de dinero al país.

La Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL) señaló que la electricidad es parte fundamental del ser humano, ya que gracias a ella se pueden lograr efectos luminosos, caloríficos, mecánicos, químicos, entre otros; estos efectos se utilizan en la transportación, industria, electrodomésticos, etc. Para poder abastecer este recurso, el país cuenta con varias centrales hidroeléctricas. La idea estatal es aprovechar recursos renovables que no afecten a la naturaleza, por eso se busca conseguir energía hidráulica, fotovoltaica, biogás, eólica y de aprovechamiento de la biomasa (ARCONEL, 2017).

Luego de que la energía es generada, pasa al Sistema Nacional de Interconectado y se distribuye por medio de una moderna red de transmisión a canales de subtransmisión, que son los que alimentan a los distribuidores de energía eléctrica en todo el país. Adicional a las fuentes de energía renovable especificadas anteriormente existen fuentes no renovables, a las que se las considera térmicas, ejemplo de estas son térmicas turbogas, turbovapor y con motores de combustión (MCI) (ARCONEL, 2017). En la tabla 1 se muestra la potencia nominal y efectiva por tipo de energía.

Tabla 1  
Potencial nominal y efectivo por tipo de energía

Tipo de energía	Tipo de central	Tipo de unidad	Potencia nominal (MW)	Potencia efectiva (MW)
<b>Renovable</b>	Hidráulica	Hidráulica	4,446.36	4,418.18
	Eólica	Eólica	21.15	21.15
	Biomasa	Turbovapor	144.30	136.40
	Solar	Fotovoltaica	26.48	25.59
	Biogás	MCI	2.00	1.76
Total renovable			<b>4,640.29</b>	<b>4,603.07</b>
<b>No renovable</b>	Térmica	MCI	2,005.43	1,605.86
		Turbogas	1,118.85	965,43
		Turbovapor	461.87	431.74
Total no renovable			3,586.14	3,003.03
Total			<b>8,226.42</b>	<b>7,606.10</b>

*Nota.* Listado de potencia nominal y efectivo por tipo de energía. Adaptado de ARCONEL (2017).

En el 2016 entraron nuevas generadoras de energía en operación, la central Coca Codo Sinclair representó el 73.47% de potencia nominal entregada con 1,500 MW, lo que demuestra su primordial importancia en las inversiones gubernamentales en energía eléctrica (Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos, 2017). En la tabla 2 se muestra el listado de las centrales que entraron en operación en el 2016.

Si se toma en consideración que la producción de energía renovable que no es derivada del petróleo permite el ahorro de aproximadamente 4 millones de toneladas actuales de CO<sub>2</sub>; beneficia a la balanza comercial al exportar a Colombia y Perú y brinda mayores oportunidades de empleo e indirecto, entre otros factores. Es de gran importancia analizar desde el punto de vista financiero las repercusiones e impacto general que ha tenido este proyecto en el Ecuador.

Tabla 2  
Centrales que entraron en operación en el 2016

Tipo de empresa	Empresa	Central	Tipo Central	Potencia Nominal (MW)	Potencia efectiva (MW)
	CELEC – Coca Codo Sinclair	Coca Codo Sinclair	Hidráulica	1,500	1,476

<b>Generadora</b>	CELEC – Hidroazogues	Central Alazán	Hidráulica	6.23	6.23
	CELEC – Hidropaute	Sopladora	Hidráulica	487	486.99
	Ecuagesa	Topo	Hidráulica	28.05	27
	Gasgreen	Gasgreen	Biogás	2	1.76
	Hidrotambo	Hidrotambo	Hidráulica	8	8
	Hidrovictoria	Victoria	Hidráulica	10.32	10
Total generadora				<b>2,041.60</b>	<b>2,015.98</b>
<b>Distribuidora</b>	E.E. Galápagos	Baltra Solar	Solar	0.07	0.07
Total distribuidora				<b>0.07</b>	<b>0.07</b>
<b>Autogeneradora</b>	Petroamazonas	EPF – Pad L	Térmica	6.30	5.04
		Vinita	Térmica	3.51	2.64
Total autogeneradora				<b>9.81</b>	<b>7.68</b>
Total				<b>2,051.48</b>	<b>2,023.73</b>

*Nota.* Listado de las centrales que entraron en operación en el 2016. Adaptado de ARCONEL (2017, p.

17).

Se puede establecer que las centrales hidroeléctricas a pesar de su costo elevado de implementación brindan una oportunidad de ahorro para el país que se refleja en un beneficio social; se lograron reducir los apagones de años anteriores y se dio acceso energético a zonas remotas del país. El objetivo de este proyecto es proveer de la suficiente energía para abastecer a un país entero. Méndez y Ramírez (2014) acotaron que debido a que la energía es preponderante en el bienestar de los habitantes, se tienen que realizar funciones que estabilicen y garanticen ese bienestar; es por eso, que esta planta industrial se encarga de entregar la energía eléctrica necesaria reduciendo las tasas de pérdida para abastecer a los habitantes.

Los encargados de llevar el control de la maquinaria, tienen el trabajo de supervisar de una manera adecuada el funcionamiento de la misma; es decir, que tienen que tomar en cuenta los tiempos y la capacidad de producción. Méndez y Ramírez (2014) afirmaron que la hidroeléctrica Coca Codo Sinclair fue creada con el propósito de producir una cantidad total de 1,500 megavatios (MW), su producción es generada por parte de la inserción de turbinas de Pelton. Estas para poder crear una fuerte potencia se

valen del funcionamiento de seis chorros que comprenden una cantidad de agua de 278.5 m<sup>3</sup>/s. Se ha establecido una configuración que pueda emitir la suficiente potencia eléctrica en los momentos en donde exista una gran demanda de energía.

Si bien es cierto, la hidroeléctrica es uno de los proyectos más grandes que se han llevado a cabo y han sido establecidos dentro del Ecuador; al ser esta, una obra de gran nivel en conceptos de infraestructura, esfuerzo, capacidad y costos por parte de la mano de obra; el proyecto beneficiará al país con el 36% adicional de la energía eléctrica para los hogares. Además, la capacidad de producción de la hidroeléctrica es del 50% mayor que la central de Paute. La planta de Coca Codo Sinclair ha beneficiado al país generando mayores plazas de trabajo y ha creado la posibilidad de que ingresen \$1.5 millones diarios, por el funcionamiento de la misma (El Comercio, 2014).

De acuerdo, con la investigación y presentación de resultados del Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC) la hidroeléctrica Coca Codo Sinclair es la planta que refleja una mayor producción de la capacidad de energía a nivel nacional, en comparación con el proyecto hidroeléctrico Paute, Agoyán y otras más (ARCONEL, 2015a).

De acuerdo con las cifras presentadas por el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) acerca de la producción energética dentro el país se constató que, Ecuador exportó en el día de referencia una cantidad total de 137.9 megavatios por hora (MWh) a Colombia. En lo que a producción por cada planta hidroeléctrica se refiere, dentro del país la planta Coca Codo Sinclair produce diariamente 13,761.7 (MWh) en el territorio, este escenario la ha llevado a convertirse en la obra que mayores beneficios ha reflejado para el Estado y los habitantes ecuatorianos (CENACE, 2019). En términos porcentuales, el grupo de ocho hidráulicas representan el 85.1% de la producción total

en el país y el porcentaje restante es representado por una pequeña porción de otras fuentes de producción como lo es el gas natural, no convencional y calidad de servicio.

### **Problema**

Entre los principales inconvenientes que tenía el Ecuador en el pasado estaba la necesidad de cubrir la demanda energética por medio de la importación de la misma desde los países vecinos como Colombia, la cual tenía costos significativos, esto daba como resultado que el costo final cobrado al consumidor sea alto debido al componente de energía elevado. Al ver esa problemática se buscó mecanismos eficientes para reducir el impacto que tenían las tarifas eléctricas al consumidor final, por medio de generación eléctrica de bajo costo a través de la incorporación de centrales eléctricas. La más representativa fue Coca Codo Sinclair que tuvo varias situaciones que se fueron dando a lo largo de su construcción, así como también de los múltiples beneficios otorgados a nivel económico, ambiental y social.

Uno de los inconvenientes que tuvo la edificación de la hidroeléctrica Coca Codo Sinclair fueron los costos no reconocidos por parte del Servicio de Rentas Internas (SRI) en lo referente a los gastos deducibles presentados por parte de la constructora Sinohydro, donde aparecieron partidas de varios conceptos como consultoría, servicios, entre otros rubros por parte de empresas constituidas en paraísos fiscales lo cual dio como resultado el encarecimiento del proyecto, sumado a cuantiosas glosas impuestas por la entidad de control anteriormente mencionada, dando paso a la aprobación por parte de la Asamblea Nacional de un estudio de fiscalización con la finalidad de establecer la factibilidad del proyecto para así constatar el costo beneficio de la hidroeléctrica, ya que la inversión inicial se estimó inicialmente en 987 millones terminando con un sobrecosto que alcanzó los 2,245 millones (Contraloría General del Estado, 2018).

Entre los factores relevantes que tuvo la construcción de la hidroeléctrica resaltan los de nivel económico, ambiental y social. A nivel ambiental se reflejó la reducción significativa de combustibles lo que implica que se emita menos emisiones de carbono por la quema de combustibles fósiles, este es uno de los principales problemas ecológicos dada la propagación de dióxido de carbono que ha ido en aumento provocando el calentamiento global que ocasiona el cambio climático. A nivel social mejoró la generación de empleo, ya que hizo uso de más de 6,000 puestos de trabajos de manera directa e indirecta, sumado a la reducción de la tarifa eléctrica por la eliminación del déficit tarifario. A nivel económico favoreció al Ecuador por la reducción de subsidio de combustible y diésel, sumado a la decreciente posibilidad de desabastecimiento eléctrico, inclusive llegar a exportar energía a los países vecinos mejorando de esta forma la balanza comercial con los mismos y obteniendo ingresos económicos por los bonos de carbono gracias a la reducción de emisiones contaminantes al medio ambiente propuestos en el protocolo de Kioto (CELEC, 2019).

En conclusión, la problemática principal que se plantea en la construcción de la hidroeléctrica Coca Codo Sinclair es que a pesar del incremento de la inversión del estudio inicial de 987 millones, a pasar a uno ejecutado en 2,245 millones, este ha otorgado beneficios como la reducción de tarifas eléctricas, uso de combustibles y subsidio de diésel desde el punto de ahorro y desde los ingresos por certificados de carbono dada la reducción de emisiones de gases contaminantes que son los causantes del calentamiento global; por este motivo, en esta investigación se desea establecer el costo beneficio del proyecto.

Según El Telégrafo (2017) la hidroeléctrica Coca Codo Sinclair ha creado un beneficio potencial dentro del país, al proveer de energía a más de 16 millones de ecuatorianos. En lo que respecta a economía, generó aproximadamente 8,000 puestos

laborales en los cantones aledaños y alrededor de 15,000 empleos indirectos impulsando la economía de esta zona y de todo el país. Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC); el Ecuador, con respecto a la tasa de desempleo, disminuyó de 6.7% en sep-2016 a 5.4% en sep-2017 (INEC, 2017). La construcción de la obra aportó a esta disminución. Los cantones favorecidos fueron Gonzalo Pizarro, San Francisco de Borja, Santa Rosa, El Chaco y Quijos (El Telégrafo, 2017).

Este proyecto trata un tema de relevancia para el país; según la Constitución de la República del Ecuador, en su artículo 313 señala que la energía en cualquiera de sus formas, se la considera como un sector estratégico. En el artículo 314 se afirma que el Estado es quien tiene la responsabilidad de proveer energía eléctrica. Asimismo, en su artículo 315 indica que el Estado creará empresas públicas para la administración de estos sectores estratégicos (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008). Estas leyes demuestran que el sector energético tiene una alta prioridad para el Estado, donde la Central Hidroeléctrica Coca Codo Sinclair se erige como el proyecto estatal más ambicioso en este campo.

En el Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 se determina que el cambio de la matriz energética es una de las prioridades, lográndose duplicar la generación de fuentes de energía renovable, brindando un gran ahorro al Estado (Senplades, 2017): Uno de los proyectos principales fue precisamente el de Coca Codo Sinclair que pretendía reducir 5.6 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> al año, disminuir el costo promedio tanto de tarifas como de la generación del 50% y generar 10,000 empleos directos y 50,000 indirectos (López, 2008).

Este trabajo de investigación aporta al objetivo 1 del Plan Nacional de Desarrollo que busca garantizar una vida digna con iguales oportunidades para los ecuatorianos; siendo una de sus políticas el garantizar la provisión y calidad de la energía. Con

respecto al objetivo 3 de este plan, que es el de garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones, se establece que el Estado fortalecerá la inversión pública para ampliar la matriz energética con recursos renovables. Entre los objetivos estatales está el incrementar del 68.8% al 90% la generación eléctrica por medio de fuentes renovables al 2021 (Senplades, 2017). Estas metas denotan la intención gubernamental de mejorar en el aspecto energético.

En el Plan Maestro de Electrificación 2013-2022 se señala que la soberanía energética es un pilar fundamental dentro de las políticas sectoriales; esto sostiene que la demanda de energía no puede ser abastecida con importaciones, sólo se debe usar energía importada para optimizar costos o reforzar las reservas del sistema energético (ARCONEL, 2015b). La Central Hidroeléctrica Coca Codo Sinclair busca garantizar esta soberanía energética, que también se enuncia en el Plan Nacional de Desarrollo, como uno de los objetivos estatales más importantes.

Es notorio que las plantas termoeléctricas tienen un gran impacto ambiental al generar gases producto de su operación. Las centrales hidroeléctricas utilizan energía limpia y renovable al reutilizar el agua que captan de los caudales. Antes del 2008 la electricidad por generación térmica ocupaba el 46% de la oferta siendo creada con combustibles subsidiados de alta contaminación, mientras que Coca Codo pretendía abastecer a aproximadamente el 50% de la electricidad (López, 2008). Con lo que respecta a los reactores nucleares, estos tienen graves antecedentes por lo sucedido en Japón en la planta de Fukushima en donde debido al terremoto y tsunami que afectó al país provocó la muerte de más de 15,000 personas (Ecuavisa, 2012). Debido a esto no se ha establecido ningún plan para la creación de reactores nucleares en el país.

El cambio de la matriz energética tiene como principal objetivo el abastecer de energía eléctrica a todos los habitantes del país, además busca aportar con el protocolo

de Kyoto, por medio del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), ayudando así al ecosistema. El proyecto Coca Codo Sinclair es parte de este mecanismo y fue modelado con este fin (El Telégrafo, 2012). Según la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático conocida por sus siglas en inglés (UNFCCC), el MDL se creó con la finalidad de incentivar a los países en desarrollo a generar reducciones certificadas de emisiones (RCE) equivalentes a una tonelada de CO<sub>2</sub>. Estas RCE se pueden negociar y vender a países industrializados con el fin de que cumplan de manera parcial sus objetivos del Protocolo de Kyoto. De esta forma la reducción de emisiones es sostenible para los países en desarrollo obteniendo ingresos económicos por ello (UNFCCC, 2015).

El principal beneficio ambiental fue la reducción de cuatro millones de toneladas de CO<sub>2</sub> al año, gracias al desplazamiento de la generación de electricidad a través de combustibles fósiles. La reducción del impacto ambiental se debió en gran parte a la construcción subterránea de la casa de máquinas con 192 m (largo), 26 m (ancho) y 50 m (alto), además de un túnel de conducción de agua de 24.85 km. La central tenía previsto captar 222 m<sup>3</sup> por segundo de agua del río, dejando el caudal que sobra seguir su curso. Esta captación luego es devuelta al río sin ningún tipo de afectación al caudal o de contaminación (El Telégrafo, 2012). De esta manera el proyecto tiene una justificación social al aportar al cuidado del ecosistema nacional produciendo energía limpia y renovable, garantizando el cuidado de la naturaleza para las futuras generaciones.

Este proyecto de investigación aporta a la sociedad en general, ya que le permitirá conocer desde un punto analítico, el impacto económico, social y ambiental que ha tenido Coca Codo Sinclair. Debido al ahorro potencial que percibe el Estado, el retorno

de la inversión puede ser invertido en otras obras que sean de beneficio para la sociedad. Además, sirve de sustento para futuras investigaciones relacionadas.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Evaluar el costo-beneficio de la construcción de la hidroeléctrica Coca Codo Sinclair.

### **Objetivos específicos**

- Fundamentar teóricamente la investigación sobre la creación de una Central Hidroeléctrica, energía eléctrica y análisis costo-beneficio para proyectos de inversión.
- Determinar el costo financiero para el Estado Ecuatoriano la construcción de la Hidroeléctrica Coca Codo Sinclair.
- Analizar los beneficios económicos y ambientales que involucran la construcción de la Hidroeléctrica Coca Codo Sinclair
- Medir el balance costo-beneficio de la construcción del proyecto Coca Codo Sinclair.

## **DESARROLLO**

### **Marco Teórico**

#### **Teorías de la economía**

Como primer punto, se integra la teoría de la firma, también designada como la teoría económica de las empresas. La teoría de la firma se concibe como una representación de los diversos patrones de negocios empresariales, bajo los cuales se explica su comportamiento y estructura. Dentro del ámbito empresarial, uno de los criterios debatidos se deriva de la selección adecuada de una estrategia en donde los directivos deciden ejecutar la adquisición de bienes que se requieren para producir en el

mercado de forma directa; o en su defecto delimitan la creación de una firma con el propósito de producir internamente a fin de conseguir mejores costos (González, 2017).

De acuerdo con Singer (2017) la teoría de la firma se deriva de la rama de economía, la cual estudia y establece el límite de la firma. Esta teoría determina que, tanto el mercado como la empresa se establecen como instrumentos opcionales de organización; en donde, conforme el costo total; es decir, la suma de los costos de producción y transacción, se permitirá elegir cualquiera de los dos mecanismos, eligiendo entre comprar en el mercado o producir internamente. Bajo esta premisa se prescribe que, si un resultado es indefinidamente más barato al monitorear que al ejercer un control en su comportamiento, se decide la contratación. No obstante, si el monitoreo del resultado es más caro que la vigilancia del comportamiento, se amparará desarrollar las actividades dentro de la firma.

En el ámbito práctico, la mayor parte de las transacciones se generan en el interior de la firma, lo cual se justifica dada las deficiencias procedentes de la falta de coordinación, mecanismos de información y competencia; no obstante, es conveniente acudir al mercado. El límite de la firma o desarrollo de la externalización se deriva de un conjunto de factores, dentro de los cuales se integra la economía de escala procedente del contratista, el bajo poder de negociación, capacidad de monitoreo alta y la incidencia baja de competitividad en la cadena de valor (Singer, 2017).

Con respecto a lo abordado en la teoría de la firma en el desarrollo de la Hidroeléctrica Coca Codo Sinclair, el Ecuador logró dejar de realizar antiguos procesos como la importación de energía la cual era costosa para desarrollar el cambio de la matriz energética por medio del proyecto en mención. Con esto se pasó de ser importador a productor de energía para cubrir su demanda nacional, lo que dio como resultado la presentación de excedentes de energía que era exportada a los países

vecinos con la finalidad de mejorar la balanza comercial. Esto permite reducir las tarifas eléctricas a los ciudadanos, aportando valor al medio ambiente y brindando ahorro e ingresos económicos al país.

Por otro lado, se integra la teoría keynesiana. Esta teoría mantiene su enfoque integral dentro del marco teórico plasmado en la teoría general del empleo, interés y dinero, donde se determina que la política fiscal era el ente, cuya preocupación se orientaba a la sustentación de una estabilidad en cuanto a la inversión frente a las deficiencias del capital. La identificación del déficit se establece como una herramienta que posibilita el establecimiento de una política fiscal a corto plazo. En definitiva, dichas políticas se determinan como una solución de problemas; no obstante, si estas perseveran pueden perjudicar mucho más que el problema inicial. La teoría general de Keynes impulsa la expansión monetaria, el estado de bienestar, la política fiscal y el conservacionismo económico (Bejarano, Mosquera, Varela & Martínez, 2018).

En ámbitos políticos económicos, la teoría keynesiana se fundamenta en la idea de que la imitación de la distancia entre valles y crestas se establece para la manifestación de una economía de mercado pro-cíclica. Es decir, cuando existe un crecimiento es preciso generar un ahorro, esto con la finalidad de que; en el momento previo en el cual existe una desaceleración económica, dicho ahorro se orienta a afrontar la recesión y sobre todo a fomentar un nuevo crecimiento (Pereda, 2017).

La teoría keynesiana generó un aporte significativo en los fundamentos de la teoría macroeconómica moderna y fomentó la intervención del Estado dentro de la economía. Jhon Maynard Keynes estableció que las causas fundamentales que incidían en un comportamiento cíclico para la economía, precedían de las expectativas cambiantes, fluctuaciones generadas en la eficiencia marginal y en los gastos de consumo, los cuales eran incentivados por alteraciones de riqueza. En síntesis, el modelo keynesiano

simplificado se emplea con la finalidad de delimitar el valor de equilibrio proveniente de la producción o renta (Sotelo, 2003).

Dentro de los conceptos abordados por la teoría Keynesiana aplicados al proyecto de la hidroeléctrica Coca Codo Sinclair se establece que el gobierno es el principal participante para estabilizar la economía a través del aumento del gasto público; por tanto, se dio la construcción de la hidroeléctrica anteriormente mencionada con la finalidad de generar ahorro en el consumo de combustibles, subsidios al diésel e ingresos por certificados de carbono, además de aumentar los niveles de empleo al momento de su construcción, dando como resultado que las operaciones empresariales y el consumo de hogares tenga una reducción significativa al tener energía renovable de bajo costo variable.

Para concluir, se integra la teoría de Hayek. Esta teoría se encuentra conciliada en dos elementos; por un lado, se integra la influencia que mantiene los factores monetarios sobre aquellos reales dentro de un enfoque económico; por otro lado, se encuentra la adhesión de la teoría del valor marginal, con la cual se tiende a comprender la armonía verdadera que supone una bifurcación entre los factores monetarios y reales (Roncaglia, 2019).

Friedrich von Hayek se establece como uno de los autores cuya contribución generó un aporte significativo en la teoría económica. Hayek estableció como idea central el liberalismo, donde la inexistencia de la intervención del Estado, se da a paso a la manifestación de un sistema que conduce al desarrollo de una economía capitalista manteniendo un equilibrio económico diligente. Las teorías no monetarias del ciclo económico presentado por Hayek expresan que su fundamentación se apoya en la variación de los factores reales convergiendo en una realidad proporcional entre los múltiples sectores productivos (Gómez, 2008).

Desde el punto de vista de la teoría económica de Friedrich y Hayek aterrizada al proyecto de la hidroeléctrica Coca Codo Sinclair se establece que el incremento del gasto público no representaba lo suficiente para equilibrar una economía sino que se necesitaba aplicar un retorno de producción sostenible, lo cual se consiguió al momento de abaratar el costo variable de la energía por medio de eliminación de del déficit tarifario proporcionando un aporte satisfactorio a la producción sostenible de las industrias al tener una energía de menor costo y renovable beneficiando a la generación de riqueza de las organizaciones.

Es importante resaltar que las políticas keynesianas influyeron en el aumento de la inflación, desequilibrio de las finanzas públicas y la movilidad de la inversión privada. Esta situación fue el eje central de un debate generado entre Keynes y Hayek. Para este último, la teoría del ciclo debe alinearse con la teoría del equilibrio. En términos generales, dentro de una economía de mercado, los cambios implícitos en la oferta y demanda se nivelan en los precios relativos. En la teoría de Hayek se evidencia que el instrumento de precios genera un proceso de coordinación dentro de la actividad económica (Sánchez, 2010).

### **Análisis costo beneficio de proyectos de inversión**

El análisis costo-beneficio se establece como una herramienta de decisión, se concibe como un proceso que de forma general se orienta a la evaluación de un proyecto, cuyo esquema permite la toma de decisiones de cualquier índole. Este análisis integra la determinación de los beneficios y total de costos procedentes de todas las alternativas que permitirán la elección de aquella opción más rentable, hecho que se deriva de las múltiples técnicas derivadas de gerencia y finanzas. El análisis costo-beneficio se asocia de forma directa con la teoría de la decisión, donde se delimita la idoneidad de un proyecto desde los beneficios y costos que preceden del mismo. Los

pasos para llevar a cabo dicho análisis se derivan de la formulación de las metas y objetivos que persigue el proyecto, las limitaciones y requerimientos, estimación de costos y beneficios en términos monetarios, distribución de costos y beneficios en el tiempo, determinación de los beneficios procedentes de las posibles decisiones, comparación de alternativa y toma de decisión conforme el enfoque empleado, objetivos y metas (Aguilera, 2017).

Por otro lado, Jácome y Carvache (2017) determinaron que el análisis costo-beneficio se fundamenta en la creación de un marco que permite valorar si el costo de una medida en un momento específico del tiempo es mayor en cuanto los beneficios procedentes de la misma. Este análisis posibilita el pronóstico de aquella decisión que se considere la más apropiada dentro de un proyecto en específico, pero en ámbitos económicos. En consecuencia, se define como una técnica formal clara, adaptada, de decisiones racionales y sistemática que se aplica de forma especial cuando se afrontan opciones complejas o de períodos inciertos.

El análisis costo-beneficio se concibe como una herramienta de análisis financiero que se emplea con la finalidad de valorar las debilidades y fortalezas de las alternativas, esto con la finalidad de determinar la mejor opción en cuanto a los beneficios que se presenten. Este análisis permitirá al director de un proyecto en específico determinar si las acciones previstas en ámbitos de costos son eficientes (Project Management Institute, 2018).

Ortiz, Angarica y Guevara (2014) señalaron que el análisis de costo beneficio es una herramienta financiera la cual permite al evaluador del proyecto colocar en una balanza tanto los beneficios como los costos de una inversión, este tipo de herramienta puede evaluar proyectos tanto de entidades privadas como públicas, con la finalidad de obtener unos resultados atractivos con el menor esfuerzo en relación a la inversión

realizada. Para lograr este tipo de resultados es importante que exista una eficiencia técnica adecuada acompañada de una motivación humana óptima; esta herramienta permitirá tomar decisiones acertadas en función de los escenarios, sean estos positivos o negativos.

Para el Centro de Investigación Económica y Social (2013) este tipo de análisis no sólo se basa en la evaluación de rentabilidad financiera, sino también en la perspectiva social permitiendo evaluar de manera adecuada la viabilidad de los costos y beneficios sociales; es decir los costos que se vayan a incurrir en determinado proyecto y los beneficios que vaya a tener para la sociedad. En la tabla 3 se presentan las diferencias puntuales entre un análisis de costo beneficio tanto de entidades privadas como sociales en su nomenclatura.

Tabla 3  
*Análisis costo beneficio privado y social*

<b>Elemento</b>	<b>Social</b>	<b>Privado</b>
Punto de vista	Toda la sociedad	Inversionista
Criterio de decisión de desarrollo del proyecto	Valor Presente Neto (VPN) positivo	Tasa Interna de Retorno (TIR)
Horizonte temporal	Vida técnica del proyecto	Corto plazo
Tasa de descuento	Refleja preferencias sociales y otros factores	Refleja los costos de préstamo, retornos deseados (normalmente mayor a la tasa de descuento económica)
Precios de la energía (beneficios)	Valores sociales que reflejan la disponibilidad a pagar; usos alternativos	Precios de mercado
Costos	Valores sociales que reflejan oportunidades no realizadas (Costos de oportunidad)	Privados, precios de mercado
Impuestos y subsidios	Ignorados	Considerados
Infraestructura social (ej. Vías)	Considerado	Ignorado
Impactos externos	Considerados	Ignorados

Nota. Tomado de *Análisis costo beneficio de energías renovables no convencionales en Colombia*, por Centro de Investigaciones Económica y Social, 2013.

Dentro de los puntos claves a tener en consideración para la estimación de los costos y beneficios de un proyecto de inversión están:

- Retorno neto.
- Valor actual neto.
- Tasa interna de retorno.
- Período de recuperación descontado.
- Razón beneficio costo.

Castañer (2014) determinó que el retorno neto es la utilidad o rentabilidad que se obtiene de un activo una vez a éste se le hayan descontado los costos y gastos, tiene la particularidad que la denominación es contemplada antes de impuestos; es decir a mayor retorno de la inversión la recompensa tendrá un mayor beneficio y es el resultado de la utilidad líquida contable la cual es calculada al final del ejercicio.

Santa Cruz (2017a) señaló que el Valor Actual Neto (VAN) es el resultado de flujos efectivos netos, los mismos que son el resultado de la operación entre ingresos y egresos periódicos. Para poder determinar el VAN se aplica al mismo una tasa de descuento, la misma que es la mínima tasa exigida por el inversionista; por tanto, para que un proyecto de inversión sea atractivo para el inversionista debe de aplicar las siguientes condiciones:

- $VAN < 0$  el proyecto no es rentable.
- $VAN = 0$  el proyecto es rentable.
- $VAN > 0$  el proyecto es rentable.

El VAN para que se considere viable financieramente debe de superar las condiciones donde sea igual o mayor a cero y en ningún caso menor a cero. Para Santa Cruz (2017b) la Tasa Interna de Retorno (TIR) tiene una similitud parecida al VAN, donde la diferencia radica en que la TIR da como efecto un valor porcentual en su

resultado, por tanto es la tasa de rentabilidad que proporcionará el proyecto de inversión, la cual permite que el VAN sea igual o mayor a cero.

El Período de Recuperación Descontado (PRD) se define como aquellos años que se necesitan para llevar a cabo la recuperación de una inversión mediante el descuento de los flujos netos de efectivo. En síntesis, tiene como objeto establecer el tiempo en el cual se va a recuperar la inversión inicial (Aguilera, 2017). Cuando el período de recuperación es menor al período de recuperación máximo aceptable, se debe aceptar el proyecto; por el contrario, cuando el período de recuperación es mayor al período de recuperación máximo aceptable se debe rechazar el proyecto (Canales, 2015).

Según Castañer (2014) la razón beneficio-costos tiene la finalidad de que al momento de realizar la operación entre los beneficios y los costos da como resultado los beneficios netos; sin embargo, la razón beneficio costo es un criterio alternativo para la evaluación de proyectos donde se procede a realizar la división de la corriente de los beneficios en relación a la de los costos, cabe recalcar que estos valores son descontados dando la razón donde  $B/C > 1$ .

Así como es importante conocer los conceptos técnicos de una central hidroeléctrica y el análisis costo beneficio, también se considera destacar la definición de desarrollo sostenible que es sobre la cual se cimienta el proyecto objeto de estudio.

Una hidroeléctrica tiene la particularidad de transformar la energía potencial obtenida del agua la cual se almacena de manera adecuada en un embalse con la finalidad de obtener energía cinética la cual permite que trabaje el rotor de un generador para que esta a su vez la transforme en energía eléctrica por medio del aprovechamiento de la corriente de los ríos. Con base en esta información se procedió a la evaluación del costo-beneficio de la hidroeléctrica Coca Codo Sinclair, con miras a los ahorros que generará la implementación de este tipo de proyectos al Estado ecuatoriano. Estos

valores podrían ser inyectados para mejorar la calidad de vida de la población en general, por medio del desarrollo de energía renovable reduciendo la dependencia de los combustibles fósiles, con esto se aporta a la reducción del impacto ambiental (Beltrán, Gracia, Rodríguez y Rodríguez, 2018). A continuación, se da paso al desarrollo de la fundamentación teórica relacionada al tema de la investigación para posteriormente presentar los resultados y conocer la conclusión de la investigación.

### **Teoría de la decisión**

El proceso de la toma de decisiones dentro de cualquier tipo de organización se define como un procedimiento donde se delimita el problema, recopilan los datos, se generan las alternativas y se selecciona un curso de acción. Todas las organizaciones, de cualquier tipo o tamaño se enfrentan a un proceso de decisión de forma permanente, lo cual puede generarse por los cambios internos generados dentro de la institución o en su defecto por aquellos cambios externos (Sandoval & Díaz, 2016).

La toma de decisiones se caracteriza por un conjunto de factores dentro de los cuales se integra el sujeto, las alternativas, criterio, variables de decisión y el pago. El sujeto es la persona que tiene como responsabilidad elegir la mejor alternativa que se debe seguir; dicho término se define como el curso de acción que se debe proseguir. El criterio es la base que determina la opción por elegir entre varias alternativas; mientras que la decisión se gestiona bajo la diferenciación de las variables que pueden controlarse y aquellas que no. Finalmente el pago, se define como el resultado que se obtiene entre la opción que se ha elegido y la ocurrencia de la variable no controlable. Los procesos de decisión se pueden gestionar bajo tres tipos según el ambiente, los cuales son: ambiente de certidumbre, riesgo e incertidumbre. El primero, indica que la acción sustenta un resultado conocido; el ambiente de riesgo conlleva un conjunto de consecuencias posibles donde se asigna la función de probabilidad y el ambiente de

incertidumbre determina que la decisión genera un conjunto de consecuencias, las cuales dependerán del estado desconocido (Bouza, 2017).

La teoría de la decisión se fundamenta en tres aspectos que son: el estudio de la organización, la teoría de la decisión humaniana y la complejidad de la relación de las decisiones. El primer factor indica que la organización es visualizada como un estado cuyas cosas son de tipo propio; la decisión se genera mediante la resolución de las alternativas, tematizando su contingencia. La teoría de la decisión luhmanniana indica que esta no puede entenderse de forma separada conforme el problema central de la teoría de la complejidad. Este último no se define como un conjunto de conocimientos de carácter empírico, dicho factor mantiene su concordancia en manera de relación. Para concluir, la complejidad comprendida como una relación de decisiones, indica que las mismas se encuentran dentro de un entorno de complejidad. Bajo este concepto, es factible llevar a cabo la adopción de decisiones que intervienen en la selección de múltiples alternativas las mismas que se orientan al crecimiento y desarrollo de la organización (Vidal, 2012).

Los tipos de decisión se identifican en dos clases que son: decisiones programadas y no programadas. La primera indica que son procedimientos rutinarios y repetitivos, estos se reflejan en tablas de decisión, cuya certeza se presenta conforme las consecuencias o resultados ya conocidos. Este tipo de decisión puede ser delegado de forma factible a los niveles medios de la institución. Respecto a las decisiones no programadas, estas hacen referencia a aquellos problemas de gran importancia y que no son estructurados; estas no cuentan con reglas preestablecidas (Borea & Vélez, 2017).

La teoría de las decisiones, aplicada a la evaluación del proyecto de la hidroeléctrica Coca Codo Sinclair hace referencia a la decisión tomada por el país de pasar de importador a productor de energía, debido a que se tenía un déficit tarifario que

ocasionaba que esta tenga un costo elevado afectando a los hogares e industrias. Esto fue solucionado al entrar en marcha la hidroeléctrica anteriormente mencionada, eliminando el déficit tarifario y reduciendo el costo de la electricidad al consumidor final, siendo las empresas un beneficiario importante para impulsar el desarrollo económico del Ecuador.

### **Central hidroeléctrica**

Isolari (2018) señaló que la principal característica en cuanto a la transformación de la energética hidráulica a eléctrica a través de una central hidroeléctrica es que se considera como una de las más limpias, ya que está no utiliza ningún tipo de combustible para su proceso utilizando de manera adecuada la energía que contiene la caída del agua. Según el Gobierno del Principado de Asturias (2018) el ciclo del agua es un proceso que tiene su característica en cuanto a que la tierra en su gran mayoría se encuentra constituida por agua y la energía hidroeléctrica de una manera directa proviene de la energía del sol lo que constituye en un proceso de la naturaleza, el cual tiene la finalidad de realizar la evaporación del agua que se encuentra en la superficie del océano.

Para la Sociedad Andaluza de Educación Matemática Thales (2018) las centrales hidroeléctricas tienen la finalidad de que transforman la energía del agua en electricidad, para ello intervienen diferentes procesos en los cuales el agua se transforma en energía mecánica, cuya finalidad es lograr que se prenda las turbinas para que por medio de ésta se encienda el generador. Esto conlleva a la transformación de la energía mecánica en energía eléctrica; expresado en otros términos este proceso conlleva la transformación de la energía primaria en eléctrica.

Según la International Renewable Energy Agency (2012) las centrales hidroeléctricas tienen su clasificación de acuerdo a su potencial, es decir la capacidad

instalada que tiene cada una de ellas donde: Gran-hidro tiene la capacidad de poder alimentar a una red general eléctrica alrededor de los 100 MW y las medianas en 20 y 100 MW. Por otro lado están las pequeñas centrales hidroeléctricas, las mismas que tienen la característica de generación eléctrica entre 1 a 20 MW, cuya característica principal es que sirve de alimentación de una red; las mini-hidro pueden ser independientes o estar conectadas a una red y generan de 100 KW a 1MW; las micro-hidro son las encargadas de brindar electricidad a pequeños sectores, los mismos que se encuentran lejos de la red y su capacidad es de 5 a 100 KW, mientras que los pico-hidro tienen la finalidad de abastecer de energía a zonas remotas lejos de la red y su generación tiene un tope de hasta 5 KW.

Dentro de los países con mayor capacidad instalada están Brasil, Canadá, China, Unión Europea, India, Noruega, Suecia y Estados Unidos; dentro de las características en las cuales se encuentra clasificado el sector eléctrico ecuatoriano están: grandes, medianas, pequeñas, y mini centrales hidroeléctricas, cuyas capacidades eléctricas están dadas de 50 MW o más las grandes, entre 5 y 50 MW las medianas, entre 1 y 5 MW pequeñas y menor a 1 MW las micro (Vélez, 2013).

### ***Elementos de una central hidroeléctrica***

Según la Sociedad Andaluza de Educación Matemática Thales (2018) entre los principales componentes que necesitará una central hidroeléctrica para su construcción están los siguientes elementos:

- Presa hidráulica.
- Embalse.
- Aliviadores.
- Tomas de agua.
- Casa de máquinas.

- Turbinas hidráulicas.
- Transformadores.
- Líneas de transporte de energía eléctrica.

Dentro de una central hidroeléctrica como primer elemento para su constitución estará la presa o represa, la misma que su construcción será de tierra, piedra, hormigón o un conjunto de materiales sueltos, por lo general ésta se encuentra ubicada en una montaña sobre un río como una especie de barrera, cuya finalidad principal es retener el agua para posteriormente incurrir en su aprovechamiento (Organismo Regulador de Seguridad de Presas, 2018).

El embalse en las centrales hidroeléctricas tiene la finalidad de almacenar agua de una forma natural para la utilización de su energía, con la finalidad de posteriormente devolverla al río o lago donde fue adquirida (Ministerio de Energía de Chile, 2018). Los aliviadores son una parte fundamental dentro de una presa, ya que su principal característica es liberar el agua de tal manera que no lleguen a la sala de máquinas; por tanto su función es el control de compuertas para de manera adecuada dejar correr el agua con la precaución de evitar desbordes por medio la evacuación del agua sobrante (Ecovive, 2018).

Las tomas de agua son las construcciones edificadas con la finalidad de hacer la recolección del agua, para así poderla transportar hasta las turbinas con la ayuda de una serie de canales y tuberías, estas están ubicadas en la parte anterior de la presa (Ecovive, 2018). La casa de máquinas es el lugar donde se alojarán todos los equipos necesarios y directamente responsables de la producción de la energía dentro de la central hidroeléctrica, entre los equipos comunes que se encuentran dentro de la casa de máquinas están las turbinas, espiral, el generador, entre otros equipos (Itaipu Binacional, 2018).

Las turbinas tienen la finalidad de la transformación de la energía mecánica proveniente del agua la misma que ingresa a la presa en energía eléctrica para posteriormente darle mayor impulso por medio del transformador y ser enviado a las líneas de transporte, las cuales conducen la energía eléctrica hacia su destino final que son los usuarios (Escuela de Ingeniería de Antioquia, 2018).

### **Desarrollo sostenible**

La Escuela de Organización Industrial (2018) estableció que el desarrollo sostenible fue elaborado por las naciones cuya finalidad es satisfacer las necesidades de las generaciones actuales de manera adecuada sin perjudicar por dicho desarrollo a las generaciones futuras; es decir como su nombre lo indica sostenible hace referencia a un desarrollo que se puede conservar a lo largo del tiempo; por tanto, entre las características del desarrollo sostenible están:

- La importancia de la naturaleza.
- Autosuficiencia regional.
- Realizar el uso de los recursos de manera eficiente.
- Fomentar el reciclaje y la reutilización de manera adecuada.
- Lograr por medio de políticas estatales la conservación del medio ambiente.
- Restaurar en lo posible los ecosistemas dañados.
- Realizar implementaciones en la utilización de tecnologías limpias.
- Asegurar que la actividad económica sea para mejorar la calidad de vida de

todos y no de unos cuantos.

El desarrollo sostenible hace referencia a la utilización de los recursos con los que se cuenta sin comprometer la existencia en el futuro, que inclusive puede llegar a afectar a la existencia de la vida humana en la tierra, por lo que es indispensable tomar conciencia y realizar planificaciones para tomar acción (Gómez C. , 2018). Dentro del

desarrollo sostenible se han llevado a cabo proyectos como el que se muestra a continuación.

### ***Proyecto MDL***

La intención del proyecto de Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) tiene la característica de cooperar de manera importante al desarrollo de modo sostenible de los países del mundo que se encuentran en vía de desarrollo, también tiene la finalidad de comprometer a los países denominados como desarrollados a la eliminación de manera paulatina en la emisión de gases (Plataforma sobre Financiamiento Climático para Latinoamérica y el Caribe, 2018).

El mecanismo aplicado para el desarrollo del proyecto de MDL se estableció en la convención del marco de las Naciones Unidas del cual es miembro el Ecuador, cuya finalidad era combatir los efectos del cambio climático. Este proyecto tiene sus matices en la reducción de emisión de gases de efecto invernadero a través de reducciones certificadas de carbono lo que provoca una mejora considerable en la contaminación del planeta (Ministerio del Ambiente, 2018).

### **Metodología de la Investigación**

El diseño de la investigación tiene la particularidad de ser un proceso que ayuda a la interpretación de los resultados obtenidos para por medio de ello poder tomar decisiones adecuadas en función del problema de investigación planteado (Mousalli, 2015). El problema del presente trabajo de investigación se centró en el análisis del costo beneficio de la construcción de la central hidroeléctrica Coca Codo Sinclair.

El enfoque de la investigación fue cuantitativo debido a que tiene la particularidad de realizar mediciones fundamentado en la estadística y los números, con la finalidad de establecer patrones de comportamiento por medio del proceso deductivo aportando bondades tales como la generalización de resultados y precisión en el análisis, lo que

permite probar teorías (Hernández, Fernández & Baptista, 2014). En el proyecto se realizó un análisis cuantitativo del costo-beneficio, utilizando los valores del ahorro generado por utilizar energía limpia y por subsidios principalmente.

Según Rodríguez y Pérez (2017) el método de la investigación deductivo tiene la finalidad de comenzar la investigación desde un marco teórico y referencial, para encontrar información generalizada disponible en torno al tema investigado, para posteriormente pasar a hechos más concretos o específicos. Este tipo de método de investigación parte de lo general a lo particular.

El diseño que se desarrolló en la investigación fue no experimental debido a que las variables del fenómeno de la investigación no fueron manipuladas a gusto del investigador, la obtención de datos se dio por la observación en su entorno natural (Pérez & Rivera, 2015). Cabe recalcar que se utilizó el diseño de investigación no experimental por la no manipulación de variables.

El alcance de investigación descriptivo es una parte del enfoque cuantitativo y tiene como característica considerar fenómenos de la investigación que ya han sido estudiados; por tanto, buscan especificar las propiedades y particularidades que tiene el fenómeno estudiado con la finalidad de describir tendencias (Rojas, 2015). En este trabajo se utilizó el alcance descriptivo, ya que se buscó caracterizar el beneficio por el ahorro generado, lo que luego se contrastó con la inversión realizada.

Para determinar la evaluación del costo-beneficio de la hidroeléctrica Coca Codo Sinclair se procedió a presentar los valores necesarios para la construcción bajo dos escenarios, para posteriormente evaluar la factibilidad del proyecto por medio del ahorro generado por el déficit tarifario, consumo de combustible, subsidio al diésel y los ingresos por certificado de bono de carbono. Cabe recalcar que los datos fueron obtenidos de la Corporación Eléctrica del Ecuador (CELEC, 2019).

## Resultados

En la investigación se procedió a la evaluación costo-beneficio de la hidroeléctrica Coca Codo Sinclair, con miras a los ahorros que generará la implementación de este tipo de proyectos al Estado ecuatoriano. Las estimaciones técnicas en cuanto a la construcción de la hidroeléctrica estuvieron dadas por las siguientes asunciones:

La construcción a realizar estuvo clasificada por obras civiles, gasto en nómina y estudios, equipo electromecánico e imprevistos, donde los costos directos sumaron un valor de \$511'388,766, los honorarios por administración e ingeniería \$77'178,667, el equipamiento por \$260'397,900 y la provisión realizada por concepto de imprevistos por \$138'047,019. La suma de todos estos parámetros necesarios para la construcción sumó un monto total de \$987'012,352 (ver tabla 4).

Tabla 4  
*Costos de construcción*

<b>Detalle</b>	<b>Dólares</b>
Obras civiles (costos directos)	511'388,766
Administración e Ingeniería	77'178,667
Equipo electromecánico	260'397,900
Imprevistos	138'047,019
<b>Total necesario construcción</b>	<b>987'012,352</b>

El presupuesto estimado para la construcción de la hidroeléctrica estuvo dado por el valor de \$987'012,352, de los cuales los costos directos que hacen referencia a las obras civiles representaron el 52%, seguido de la adquisición de equipos electromecánicos con el 26%, imprevistos con el 14% y los honorarios por administración e ingeniería con el 8%. Concluyendo que la concentración de la inversión a realizar estuvo dada en las obras civiles y el equipo con el 78% del total (ver figura 1).

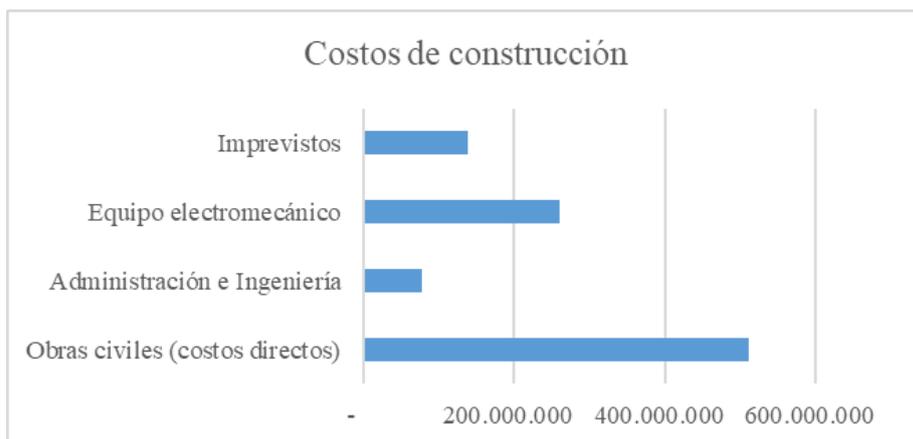


Figura 1. Impacto de construcción por rubro

Los parámetros técnicos del proyecto estuvieron dados en que la hidroeléctrica tendría una potencia instalada de 1500 MW, los cuales son posibles debido a las favorables condiciones del río Coca. El escenario del proyecto tendría la capacidad de generar 11,700 GW al año, con un costo de potencia instalada de \$658 millones sumado al importe unitario de energía primaria con línea de transmisión de \$1.7 y sin línea de transmisión de \$1.5, sumado a la construcción de la planta por \$987 millones (ver tabla 5).

Tabla 5  
*Parámetros del proyecto*

Concepto	Montos
Potencia de CCS MW	1,500
Energía generada al año	11,700
Costo de construcción	987.01
Costo de potencia instalada	658.00
Costo de energía con transmisión	1.70
Costo de energía sin transmisión	1.50

La implementación del proyecto Coca Codo Sinclair aporta los siguientes beneficios para el país: reduce de forma satisfactoria el precio al consumidor final debido a que el costo promedio de la generación energética se reduce, se suprime el déficit tarifario por medio de la disminución del costo de la energía, se reduce el consumo dado en la utilización de combustible lo que da como resultado un ahorro significativo en el subsidio que brinda el Estado. Otro beneficio a mencionar es que el Ecuador ya no padecerá de desabastecimiento eléctrico sumado a que, al tener una

oferta de energía suficiente, el país reducirá la importación de energía y el excedente se podrá exportar a los países vecinos. También se beneficiará debido a que al reducir el consumo de combustible obtendrá beneficios adicionales por bonos de carbono de acuerdo a los descrito en el protocolo de Kyoto (Centro de Comercio Internacional, 2019). Finalmente, en el proceso de construcción se crearán de manera satisfactoria plazas de trabajo directas e indirectas.

El ahorro cuantificado con respecto al combustible está dado por 835'714,286 galones, los cuales están clasificados en diésel y gasolina representando un ahorro en dólares de diésel de \$336'040,714 al año y de gasolina \$269'071,429, dando un total de ahorro anual por concepto de combustibles de \$595'112,143 (ver tabla 6).

Tabla 6  
*Ahorro en gasto de combustibles*

<b>Concepto</b>	<b>Total</b>
Combustible al año en galones	835'714,286
Precio promedio	0,71
Diésel al año en Dólares	336'040,714
Gasolina al año en dólares	259'071,429
<b>Total de ahorro por combustible</b>	<b>595'112,143</b>

Este ahorro de combustibles que proporciona la realización del proyecto representa un ahorro al país de \$595'112,143 al año, los cuales tienen el siguiente peso: el ahorro de diésel representa el 56% del total conseguido; mientras que la gasolina el 44%; por tanto, el de mayor peso es el diésel como se puede apreciar en la figura 2.

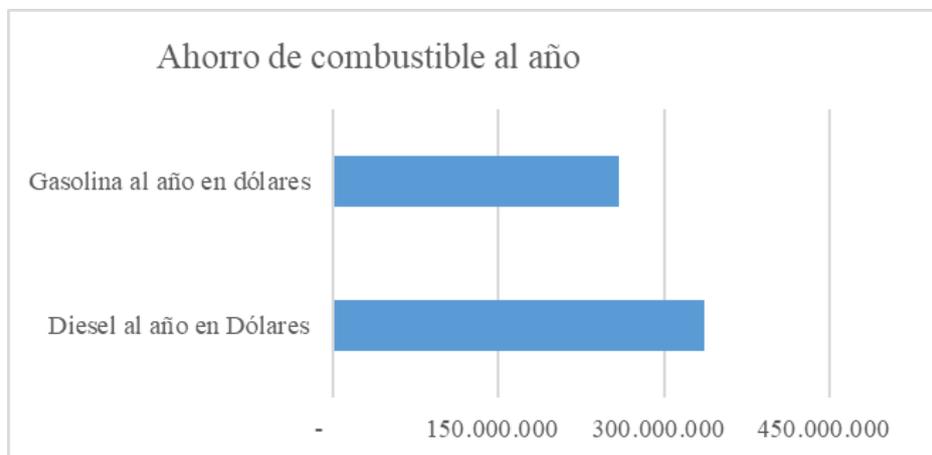


Figura 2. Ahorro de consumo en combustible por rubro

Otro ahorro que se logra con la ejecución del proyecto es el conseguido al momento de la reducción del consumo de diésel, ya que este tiene un subsidio asociado que representa \$1.6 por galón. Entonces al tener una disminución anual de galones de diésel de 417'857,143 esto da como resultado que el Estado ecuatoriano obtenga una conservación de recursos fruto del subsidio por \$668'571,429 al año (ver tabla 7).

Tabla 7  
*Ahorro por concepto de subsidio en diésel*

<b>Concepto</b>	<b>Total</b>
Potencia de la hidroeléctrica	1,500
Precio del diésel internacional (galón)	2.4
Precio del diésel nacional (galón)	0.8
Precio subsidiado	1.6
Consumo de galones anual (estimados)	417'857,143
<b>Ahorro obtenido por subsidio diésel</b>	<b>668'571,429</b>

La ejecución del proyecto aparte de generarse por el cambio de la matriz energética que cursa el país, se dio por la necesidad de reducir las emisiones contaminantes que afectan de manera importante al medio ambiente las cuales son las causantes del calentamiento global que está padeciendo el planeta. Por estas acciones que ejecutará el país de acuerdo a lo establecido en el protocolo de Kyoto, el Estado ecuatoriano recibiría un beneficio económico por la reducción de bonos de carbono, los mismos que representan al año un valor de \$94'770,000 (ver tabla 8).

Tabla 8  
*Ingresos por bonos de carbono*

<b>Concepto</b>	<b>Total</b>
Combustible consumido año toneladas	31'590,000
Toneladas Co2 /ton combustible	3
Ganancia por bonos de carbono	94'770,000

Por lo expuesto anteriormente, el proyecto de Coca Codo Sinclair representará para el país un ahorro y beneficio significativo, ya que por un lado se reducirá el costo energético brindado al consumidor final lo que repercute en el valor a pagar y por otro lado obtendrá ahorros por la disminución de combustibles e ingresos por la reducción de

bonos de carbono representando un ingreso anual de \$1,537 millones (ver tabla 9). Cabe recalcar que también se logrará la eliminación del déficit tarifario que padecía el país.

Tabla 9  
*Costo beneficio por la inversión realizada*

<b>Detalle</b>	<b>Total</b>
Costo de construcción	987.01
Déficit tarifario (eliminado)	180.00
Ahorro obtenido en combustible	595.00
Ahorro obtenido por subsidio de diésel	668.00
Ingresos obtenidos por certificados de carbono	94.00
<b>Ingresos</b>	<b>1,537.00</b>

El ahorro e ingreso obtenido por el desarrollo del proyecto Coca Codo Sinclair tendrá un valor de \$1,537 miles de millones, los cuales están clasificados en las siguientes ponderaciones: el ahorro obtenido por la disminución de subsidio al diésel representa el 43.5%, seguido del obtenido de los combustibles con el 38.7%, la eliminación del déficit tarifario registrará el 11.7%; mientras que los ingresos obtenidos por la reducción de emisiones contaminantes el 6.1% (ver figura 3).

En la evaluación del proyecto se tomó dos escenarios, el primero con la proyección inicial que se dio el cual representaba un costo de construcción de \$987 millones y otro con la inversión real de \$2,245 millones.

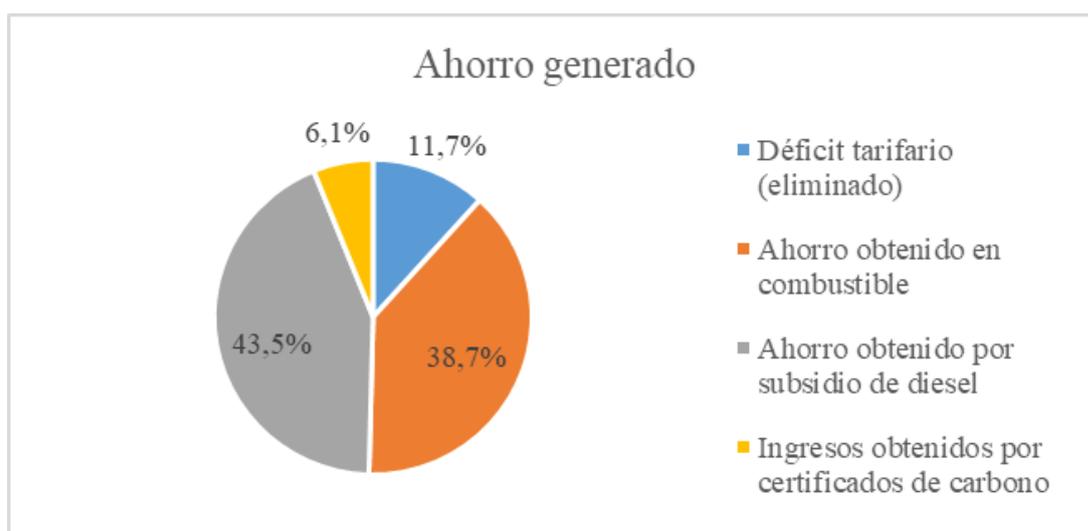


Figura 3. Ahorro e ingreso generado por el proyecto

Partiendo con el primer escenario en el cual se dio una inversión de \$987 se sumó

el ahorro e ingreso generado por concepto de la eliminación del déficit tarifario de \$180, ahorro consumido por la disminución de consumo de combustible por \$595, la conservación de recursos por el subsidio al diésel por \$668 y los ingresos obtenidos por la reducción de emisiones contaminantes por \$94 lo que da como resultado un flujo de \$1,537. Todos los valores están dados en millones de dólares.

Esta información obtenida se la proyecta a 10 años con una tasa de crecimiento del 5.8% (Mosquera, 2018), obteniendo ingresos al valor presente de \$13,021 y al dividirlo a la inversión realizada en la construcción se obtiene la relación costo beneficio de 13.19 con una TIR del 161% y VAN de \$12,034,12 (ver tabla 10). Por tanto, al ver los resultados obtenidos en este escenario la factibilidad financiera es satisfactoria, así como también la ambiental, ya que se reduce la emisión de gases contaminantes al planeta que son los causantes del calentamiento global.

Tabla 10  
*Flujo de caja del proyecto escenario 1*

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Déficit tarifario (eliminado)	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
Ahorro obtenido en combustible	595	630	666	705	746	789	835	883	934	988
Ahorro obtenido por subsidio de diesel	668	707	748	791	837	886	937	991	1,049	1,110
Ingresos obtenidos por certificados de carbono	94	99	105	111	118	125	132	139	148	156
Total ahorro generado	1,537	1,616	1,699	1,787	1,880	1,979	2,083	2,194	2,310	2,434
Flujo de caja por ahorro	987	1,537	1,616	1,699	1,787	1,880	1,979	2,083	2,194	2,310
Ingresos a valor presente	13,021									
Costo beneficio	13.19									
TIR	161%									
VAN	12,034									

Tabla 11  
Flujo de caja del proyecto escenario 2

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Déficit tarifario (eliminado)	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
Ahorro obtenido en combustible	595	630	666	705	746	789	835	883	934	988
Ahorro obtenido por subsidio de diesel	668	707	748	791	837	886	937	991	1,049	1,110
Ingresos obtenidos por certificados de carbono	94	99	105	111	118	125	132	139	148	156
Total ahorro generado	1,537	1,616	1,699	1,787	1,880	1,979	2,083	2,194	2,310	2,434
Flujo de caja por ahorro	2,245	1,537	1,616	1,699	1,787	1,880	1,979	2,083	2,194	2,434
Ingresos a valor presente	13,021									
Costo beneficio	5.80									
TIR	73%									
VAN	10,776									

Con respecto al escenario dos se tomó como partida la inversión real que costó el proyecto debido al sobreprecio que se incurrió en la construcción de la obra la cual ascendió a \$2,245, los cuales obtuvieron como ingreso el déficit tarifario, el ahorro en combustible, el ahorro por subsidio al diésel y los ingresos obtenidos por certificados de carbono. Estos ingresos por concepto de ahorro tuvieron un valor de \$1,537, los cuales representan el flujo de caja del proyecto que al relacionarlo con la inversión realizada en la construcción se obtiene una relación costo beneficio de 5.8, con una TIR del 73% y VAN de \$10,776,13 (ver tabla 11).

### Discusión de Resultados

En la investigación realizada sobre la evaluación del costo-beneficio de la hidroeléctrica Coca Codo Sinclair se pudo recabar información valiosa fruto del análisis

documental realizado a la empresa pública Corporación Eléctrica del Ecuador (CELEC) que se expresa a continuación:

El proyecto contó con una potencia instalada de 1500 MW, que de acuerdo a la institución anteriormente mencionada representaría el 30% de la demanda de energía del país, garantizando que el Estado evite padecer de desabastecimiento eléctrico y reducir la dependencia que había antes de la importación de energía en los países vecinos como Colombia y Perú. Por tanto, se estaría en condiciones de tener autonomía en el servicio público energético, debido al incremento de la oferta de generación lo que da como resultado que el excedente de energía se pueda exportar a los países vecinos lo que causaría una mejora circunstancial en la balanza comercial en función de los países a los cuales se coloca la energía.

Otro factor relevante que se encontró en la investigación fue que este tipo de energía reduce de manera importante el consumo de combustibles lo que beneficia de manera directa al Estado ecuatoriano, debido a que desembolsará menor cantidad de recursos económicos en el subsidio de combustibles. También se reducirá de forma satisfactoria la importación de diésel y nafta para poder producir la energía; dado que, entre las ventajas de las centrales hidroeléctricas se determina que estas no requieren de combustible, la energía es renovable y limpia; por tanto, no contamina el aire ni el agua aportando valor al medio ambiente.

Dentro de los beneficios ambientales que tiene el proyecto está la reducción de uso de combustibles y la generación de energía limpia que no contamina el planeta. El lograr obtener energía sin el uso de combustible aporta valor a la conservación del planeta debido a la reducción de emisiones de carbono, que no solo contempla la generación de energía hidroeléctrica sino también llegar al uso de hogares y transporte para disminuir el empleo de derivados del petróleo.

Los beneficios económicos dentro del proyecto están centrados en la eliminación del déficit tarifario por \$180 (millones), ahorro por la reducción de consumo de combustibles por \$595, ahorro en el subsidio al diésel por \$668 y beneficios económicos obtenidos por la reducción de emisiones de carbono por medio de la figura de bonos implementada por el protocolo de Kyoto por \$94. La suma de los ingresos obtenidos por ahorro en la ejecución del proyecto alcanzó una cifra de \$1,537 millones. Cabe recalcar que la evaluación del proyecto está centrada en función del ahorro económico y beneficio ambiental que da este tipo de proyectos al país por la no utilización de combustibles, reducción de subsidios en diésel y mejoramiento del déficit tarifario sumado al impacto ambiental que se obtiene por la no utilización de derivados de petróleo, debido que la energía es limpia, renovable y sin perjuicios al planeta.

El factor negativo del proyecto es la mala negociación que se realizó debido al tipo de contrato que se firmó al momento de la construcción de la obra Engineering, Procurement and Construction (EPC). La particularidad que tiene este tipo de contrato es que la parte contratada se encarga de todo el proceso desde la ingeniería, construcción, adquisición y todo lo concerniente al proyecto; sin que en ello intervenga un proceso de cotización y valoración para ver la mejor opción posible. Por tanto, se dio como resultado que un proyecto planificado por \$987 millones terminara costando \$2,245 millones, sumado a los altos costos de financiamiento adquiridos con China lo que generó como efecto final una obra con sobrepuestos.

Dentro de los escenarios planteados, se determina que existe factibilidad financiera, debido a la obtención de indicadores financieros positivos. Considerando el VAN, según Santa Cruz (2017a) el proyecto es rentable debido que se obtuvo un valor mayor a cero, ante el resultado de la operación generada entre los ingresos y egresos periódicos. De igual forma, se identificó la rentabilidad del proyecto mediante la TIR,

donde se obtuvo un porcentaje de beneficio para ambos casos. Además, se evidenció un beneficio ambiental encajando con la teoría de desarrollo sostenible por medio de Proyectos MDL con la finalidad de garantizar la satisfacción de las necesidades de las generaciones actuales y futuras a través de la conservación y manejo eficiente de los recursos. Esto es posible por la aplicación de tecnologías que ofrezcan energías limpias por medio de la Hidroeléctrica Coca Codo Sinclair para mejorar la calidad de vida de las personas al emitir menos gases contaminantes para mantener el medio ambiente (Gómez, 2018).

En el análisis del proyecto se determina que existe una factibilidad social, dado el déficit tarifario, subsidio de diésel, consumo de combustible y los ingresos generados por certificado de bono de carbono; en este caso se toma como perspectiva general toda la sociedad donde el criterio de decisión se basa en la deducción de un VAN positivo, tal como lo expresa el Centro de Investigación Económica y Social (2013). Como bien se ha determinado, el proyecto estuvo sujeto a una decisión ineficiente debido al tipo de contrato; en este caso, no se generó de forma efectiva las alternativas del proyecto afectando las variables de decisión y por ende tomando como opción final aquella que se encontró en un ambiente de incertidumbre, tal como lo expresa Bounza (2017) dicha elección generó como consecuencia final un proyecto caracterizado por el sobreprecio, situación que se generó por el desconocimiento del estado del mismo. En definitiva, el análisis costo beneficio permitió determinar que alternativa generaba mayor beneficio conforme el proyecto gestionado, identificando si las actividades previstas eran eficientes; sin embargo, se destaca el hecho de que la toma de decisión en un ambiente de incertidumbre generó como efecto negativo la construcción de una hidroeléctrica financiada bajo altos costos, suceso que afecta el concepto otorgado por el Project Management Institute (2018).

## CONCLUSIONES

Con respecto a la revisión bibliográfica se concluye que una central hidroeléctrica tiene como característica la transformación oportuna de energía hidráulica a eléctrica, la cual es considerada como limpia debido que, para el proceso no se incurre en el uso de combustible dado que se emplea la energía de la caída del agua la cual es obtenida por el sol. Otro concepto importante determinado en la investigación teórica fue el análisis costo beneficio de proyectos de inversión, que es una herramienta financiera que permite al evaluador del proyecto poner en una balanza los beneficios obtenidos por la realización de una inversión para determinar su viabilidad por medio de la utilización de indicadores como el valor actual neto, la tasa interna de retorno y la razón beneficio costo.

El costo financiero involucrado en la construcción de la Hidroeléctrica Coca Codo Sinclair estuvo dado por la adquisición de obras civiles las cuales fueron categorizadas como costo directo, gastos en nómina por administración e ingeniería, equipamiento electromecánico e imprevistos; los mismos sumaron un valor de \$987 millones. Estos costos estuvieron representados por un peso de obras del 52%, equipos 26%, imprevistos 14% y nómina 8%. Cabe recalcar que estos costos se generaron en función del proyecto presentado por la CELEC; pero al firmar un tipo de contrato EPC, el cual daba la potestad al contratista de realizar los procesos de ingeniería, construcción y adquisición derivó en un sobrepeso de la inversión proyectada al pasar de \$987 millones a un costo final de \$2,245 millones.

El beneficio económico del proyecto estuvo dado principalmente por el ahorro generado y obtenido por la eliminación del déficit tarifario, ahorro en el consumo de combustibles, ahorro en el subsidio al diésel y los beneficios provenientes por la reducción de emisiones de carbono, los cuales tienen una compensación económica por

la figura implementada por el protocolo de Kyoto. Este ahorro obtenido representa un valor de \$1,537 millones. El beneficio ambiental está en función de la no utilización de combustibles ya que con ello se reduce la emisión de gases contaminantes al medio ambiente, es aquí donde se sustenta el beneficio ambiental ya que la energía generada es limpia y renovable.

El análisis del costo beneficio del proyecto se generó bajo dos escenarios, el primero se estableció con la proyección realizada por la estatal CELEC, donde se incurrió en una inversión de \$987 millones obteniendo un ingreso por ahorro de \$13,021, una TIR del 161% y un VAN de \$12,034, también se obtuvo una relación de costo beneficio de 13.19. En el segundo escenario se obtuvo una inversión de \$2,245 la cual fue la real, obteniendo un costo beneficio de 5.8 con una TIR del 73% y un VAN de \$10,776.13. La diferencia se dio por el sobreprecio en la construcción fruto del tipo de contrato que se firmó.

Se recomienda realizar indagaciones sobre otro tipo de energías que tengan las características de ser renovables y limpias con la finalidad de ver alternativas a la generación de energía hidroeléctrica. A su vez, incorporar un análisis de costos económicos, financieros y ambientales una vez entrado en operaciones la Hidroeléctrica Coca Codo Sinclair para verificar cual es el comportamiento de la misma y si los parámetros dados en el estudio se cumplen a cabalidad.

Asimismo, se sugiere analizar los beneficios obtenidos una vez la Hidroeléctrica Coca Codo Sinclair entre en funcionamiento, con la finalidad de ser implementado este tipo de proyecto a otras industrias del país, pero mejorando los puntos débiles encontrados en el presente estudio. Finalmente, tomar el presente estudio como investigación referencial en el análisis del costo-beneficio del proyecto. Se recomienda contrastar este estudio técnico con otros trabajos similares.

## Referencias

- Aguilera, A. (2017). El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas. *Cofin Habana*, 11(2), 322-343.
- ARCONEL (2015a). *Aspectos de sustentabilidad y sostenibilidad social y ambiental*.  
Obtenido de <http://www.regulacioneolica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/12/Vol4-Aspectos-de-sustentabilidad-y-sostenibilidad-social-y-ambiental.pdf>
- ARCONEL (2015b). *Plan Maestro de Electrificación 2013-2022*. Obtenido de <http://www.regulacioneolica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/12/vol1-Resumen-Ejecutivo-PME-2013-2022.pdf>
- ARCONEL (2017). *Estadística Anual y Multianual del Sector Eléctrico Ecuatoriano 2016*. Obtenido de [http://www.regulacioneolica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/04/Est\\_2016\\_Anexos.pdf](http://www.regulacioneolica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/04/Est_2016_Anexos.pdf)
- Asamblea Nacional del Ecuador (2008). *Constitución de la República del Ecuador*.  
Obtenido de [https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4\\_ecu\\_const.pdf](https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf)
- Bejarano, H., Mosquera, S., Varela, G. & Martínez, D. (2018). La teoría keynesiana y su alcance frente a la crisis de las naciones: caso Ecuador. *INNOVA Research Journal*, 3(4), 170-180. doi:DOI:  
<https://doi.org/10.33890/innova.v3.n4.2018.510>
- Beltrán, A., Gracia, H., Rodríguez, D. & Rodríguez, L. (2018). Diseño y cálculo de una central híbrida solar-hidráulica en Gran Canaria. *Revista DYNA*, 85(206), 250-257.
- Borea, F. & Vélez, I. (2017). Módulo introductorio teoría de la decisión. *Ciencia Red*, 1-34.

- Bouza, C. (2017). *Teoría de decisión y modelos estadísticos*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Carlos\\_Bouza/publication/309230625\\_TEORIA\\_DE\\_DECISION\\_Y\\_MODELOS\\_ESTADISTICOS/links/5806207708ae5ad1881621b2/TEORIA-DE-DECISION-Y-MODELOS-ESTADISTICOS.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Carlos_Bouza/publication/309230625_TEORIA_DE_DECISION_Y_MODELOS_ESTADISTICOS/links/5806207708ae5ad1881621b2/TEORIA-DE-DECISION-Y-MODELOS-ESTADISTICOS.pdf)
- Canales, R. (2015). Criterios para la toma de decisión de inversiones. *Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas*, 3(5), 101-117.
- Castañer, J. (2014). *Análisis de costo beneficio ejemplos de análisis del sector privado*. Obtenido de [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/42521749/PresentationCB\\_JP\\_ETI.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1542654286&Signature=qynWNDi%2F1u9Ovq8fiLQZyMXyGZQ%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DANALISIS\\_DE\\_COSTO\\_BENE](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/42521749/PresentationCB_JP_ETI.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1542654286&Signature=qynWNDi%2F1u9Ovq8fiLQZyMXyGZQ%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DANALISIS_DE_COSTO_BENE)
- CELEC (2019). *Central Coca Codo Sinclair*. Obtenido de <https://www.celec.gob.ec/cocacodosinclair/index.php/2015-09-07-17-45-09/footers/coca-codo-sinclair2/beneficios>
- CELEC EP (2015a). *Proyecto Coca Codo Sinclair: Costos y Beneficios*. Obtenido de <https://www.celec.gob.ec/cocacodosinclair/index.php/2015-09-07-17-45-09/footers/coca-codo-sinclair2/beneficios>
- CENACE (2019). *Información operativa en tiempo real*. Obtenido de <http://www.cenace.org.ec/docs/InformacionOperativa.htm>
- Centro de Comercio Internacional (2019). *El cambio climático - definición de los bonos de carbono*. Obtenido de <http://www.intracen.org/guia-del-cafe/el-cambio-climatico/Definicion-de-los-bonos-de-carbono/>

- Centro de Investigación Económica y Social (2013). *Análisis costo beneficio de energías renovables no convencionales en Colombia*. Obtenido de [https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/331/Repор\\_Octubre\\_2013\\_Garcia\\_et\\_al.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/331/Repор_Octubre_2013_Garcia_et_al.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- Ecovive (2018). *Elementos Principales de una Central Hidroeléctrica*. Obtenido de <https://ecovive.com/elementos-principales-de-una-central-hidroelectrica/>
- Ecuavisa (2012). *La era nuclear podría llegar al Ecuador*. Obtenido de <http://www.ecuavisa.com/noticias/nacionales/51872-la-era-nuclear-podria-llegar-al-ecuador.html>
- El Comercio (2014). *Hidroeléctrica Coca-Codo Sinclair, para el 2016*. Obtenido de <http://www.elcomercio.com/actualidad/hidroelectrica-cocacodosinclair-2016-ecuador-bancocentral.html>
- El Comercio (2015). *El proyecto Coca-Codo tendrá un ajuste de USD 606 millones*. Obtenido de <http://www.elcomercio.com/actualidad/ajuste-proyecto-coca-codo-sinclair.html>
- El Comercio (2017). *El Coca Codo generó 65% de la producción esperada este año*. Obtenido de <http://www.elcomercio.com/actualidad/cocacodo-produccion-ecuador-energia-sinclair.html>
- El Comercio (2018). *Coca Codo-Sinclair*. Obtenido de <http://www.elcomercio.com/opinion/editorial/energia-hidroelectrica-cocacodosinclair-ecuador-editorial.html>
- El Telégrafo (2012). *Coca Codo aporta al ecosistema*. Obtenido de <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/8/coca-codo-aporta-al-ecosistema>

- El Telégrafo (2016). *Hidroeléctrica Coca Codo Sinclair encendió sus ocho turbinas*.  
Obtenido de <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/politica/2/presidente-de-china-coloco-una-entrega-floral-al-monumento-de-la-independencia>
- El Telégrafo (2017). *Mega obra genera energía desde la amazonía*. Obtenido de  
<http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/politico-2017/49/megaobra-genera-energia-desde-la-amazonia>
- El Universo (2007). *Hace 110 años se formó primera eléctrica del país*. Obtenido de  
<https://www.eluniverso.com/2007/04/07/0001/9/5FA9CE9DE0A44FE8920A12F757F85B1C.html>
- Escuela de Ingeniería de Antioquia (2018). *Turbinas hidráulicas*. Obtenido de  
<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/maquinashidraulicas/turbinashidraulicas/turbinashidraulicas.html>
- Escuela de Organización Industrial. (2018). *¿Qué es el desarrollo sostenible?* Obtenido de <https://www.eoi.es/blogs/mtelcon/2013/04/16/%C2%BFque-es-el-desarrollo-sostenible/>
- Gobierno del Principado de Asturias (2018). *El ciclo del agua*. Obtenido de  
<https://www.asturias.es/portal/site/medioambiente/menuitem.1340904a2df84e62fe47421ca6108a0c/?vgnnextoid=b74b33f079a49210VgnVCM10000097030a0aRCRD>
- Godoy, J. (2013). *Desde Paute hasta Coca Codo Sinclair 40 años de hidroenergía en el Ecuador : discurso alrededor de cambio de matriz energética*. (Tesis de maestría). Repositorio digital de la FLACSO sede Ecuador.
- Gómez, C. (2018). *El desarrollo sostenible: conceptos básicos, alcance y criterios para su evaluación*. Obtenido de

- <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Havana/pdf/Cap3.pdf>
- Gómez, R. (2008). La teoría del ciclo económico de Friedrich von Hayek: causas monetarias, efectos reales. *Cuadernos de Economía*, 27(48), 1-24.
- González, F. (2017). Teoría de las firmas: Revisión de la Literatura. *Universidad de Guayaquil*, 1-15.
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.
- Hidalgo, Á. (2015). *¡Hágase la luz!* Obtenido de <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/guayaquil/10/hagase-la-luz>
- INEC (2017). *Reporte de Economía Laboral*. Obtenido de [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/Informe\\_Economia\\_laboral-sep17.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/Informe_Economia_laboral-sep17.pdf)
- International Renewable Energy Agency (2012). *Renewable Energy Technologies: Cost Analysis Series*. Obtenido de [https://www.irena.org/documentdownloads/publications/re\\_technologies\\_cost\\_analysis-solar\\_pv.pdf](https://www.irena.org/documentdownloads/publications/re_technologies_cost_analysis-solar_pv.pdf)
- Isolari (2018). *Hidroeléctrica*. Obtenido de <http://www.isolari.es/energia-hidroelectrica>
- Itaipu Binacional (2018). *Casa de máquinas*. Obtenido de <https://www.itaipu.gov.py/es/energia/casa-de-maquinas>
- Jácome, I. & Carvache, O. (2017). Análisis del costo-beneficio una herramienta de gestión. *Revista Contribuciones a la Economía*, 1-6.
- López, V. (2008). *Implicaciones del proyecto Coca Codo Sinclair para la Amazonía Ecuatoriana*. Obtenido de <http://www.flacso.org.ec/docs/CocaCodoSinclair.pdf>

- MEER (2017b). *Coca Codo Sinclair*. Obtenido de <http://www.energia.gob.ec/coca-codo-sinclair/>
- Méndez, E. & Ramírez, D. (2014). Estudio para la optimización de la operación del proyecto hidroeléctrico Coca Codo Sinclair mediante el control individual de inyector de la Turbina Pelton. Repositorio de la Escuela Politécnica Nacional.
- Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos (2017). *Coca Codo Sinclair es el proyecto estratégico más grande de la historia ecuatoriana*. Obtenido de <http://www.sectoresestrategicos.gob.ec/coca-codo-sinclair-es-el-proyecto-estrategico-mas-grade-de-la-historia-ecuatoriana/>
- Ministerio de Energía de Chile (2018). *Hidroeléctrica de embalse*. Obtenido de <http://www.aprendeconenergia.cl/hidroelectrica-de-embalse/>
- Ministerio del Ambiente (2018). *Mecanismo para un desarrollo limpio*. Obtenido de <http://suia.ambiente.gob.ec/mdl>
- Mosquera, A. (2018). *Proyecto Coca Codo Sinclair*. Obtenido de <https://periodismodeinvestigacion.com/wp-content/uploads/2018/11/PPT-ALECSEY-LF.pdf>
- Mousalli, G. (2015). *Métodos y diseños de la investigación cuantitativa*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/303895876\\_Metodos\\_y\\_Disenos\\_de\\_Investigacion\\_Cuantitativa](https://www.researchgate.net/publication/303895876_Metodos_y_Disenos_de_Investigacion_Cuantitativa)
- Neira, E. & Ramos, E. (2003). *Diagnóstico del sector eléctrico ecuatoriano. Apuntes de Economía BCE*. Obtenido de <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Apuntes/ae31.pdf>
- OLADE (2018). *Energías renovables*. Obtenido de <http://www.olade.org/sectores/renovables/>

- Organismo Regulador de Seguridad de Presas (2018). *Qué es una presa*. Obtenido de <http://www.orsep.gob.ar/que-es-una-presa.php>
- Ortiz, R., Angarica, L. & Guevara, F. (2014). Beneficios obtenidos en fincas participantes en el “Programa de Innovación Agropecuaria Local (PIAL)” en Cuba. Análisis costo/beneficio de la intervención. *Cultivos Tropicales*, 35(3), 107-112. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362014000300013&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362014000300013&script=sci_arttext&tlng=pt)
- Pereda, C. (2017). *Diccionario de Justicia*. España: Siglo XXI.
- Pérez, N. & Rivera, P. (2015). Clima organizacional y satisfacción laboral en los trabajadores del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, período 2013. (Tesis de maestría). Repositorio de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- Plataforma sobre Financiamiento Climático para Latinoamérica y el Caribe (2018). *Desarrollo de Proyectos MDL*. Obtenido de <http://finanzascarbono.org/mercados/mecanismo-desarrollo-limpio/desarrollo-proyectos/>
- Project Management Institute (2018). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. Estados Unidos de América: Project Management Institute.
- Rodríguez, A. & Pérez, A. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. *Revista Escuela de Administración de Negocios*(82), 1-26.
- Rojas, M. (2015). Tipos de Investigación científica: Una simplificación de la complicada incoherente nomenclatura y clasificación. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 16(1), 1-14.
- Roncaglia, A. (2019). *La era de la disgregación: historia del pensamiento económico contemporáneo*. España: Prensas de la Universidad de Zaragoza.

- Sánchez, I. (2010). *Hayek: Teoría del ciclo económico*. Obtenido de <https://www.elcato.org/hayek-teoria-del-ciclo-economico#:~:text=Para%20Hayek%20toda%20teor%C3%ADa%20convinciente,%C3%A9%20llamaba%20teor%C3%ADa%20del%20equilibrio.&text=En%20la%20teor%C3%ADa%20de%20ciclo,su%20orden%20de%20alguna%20manera>.
- Sandoval, E. & Díaz, S. (2016). Procesos de toma de decisiones y adaptación al cambio climático. *Ambiente & Sociedad*, XIX(4), 175-194.
- Santa Cruz, E. (2017a). *Fundamentos financieros: el valor actual neto (VAN)*. Obtenido de <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2017/01/fundamentos-financieros-el-valor-actual-neto-van/>
- Santa Cruz, E. (2017b). *Un indicador clave de rentabilidad: la tasa interna de retorno (TIR)*. Obtenido de <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2017/01/un-indicador-clave-de-rentabilidad-la-tasa-interna-de-retorno-tir/>
- Senplades. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021*. Obtenido de [http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL\\_0K.compressed1.pdf](http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL_0K.compressed1.pdf)
- Singer, M. (2017). *Una práctica teoría de las operaciones: Herramientas para una Ejecución con Eficiencia, Efectividad y Legitimidad*. Chile: Ediciones UC.
- Sociedad Andaluza de Educación Matemática Thales (2018). *Centrales Hidroeléctricas*. Obtenido de <http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd99/ed99-0226-01/capitulo3.html>
- Sotelo, J. (2003). *Teorías y modelos macroeconómicos*. España: ESIC Editorial.

UNFCCC (2015). *Nueva normativa MDL para proyectos de electrificación rural*.

Obtenido de <https://unfccc.int/es/news/nueva-normativa-mdl-para-proyectos-de-electrificacion-rural>

Vélez, R. (2013). Factibilidad de sistemas de micro y mini Hidroeléctricas comunitarias rurales en el Azuay. Repositorio de la Universidad de Cuenca.

Vidal, J. (2012). Teoría de la decisión: proceso de interacciones u organizaciones como sistemas de decisiones. *Cinta moebio*(44), 136-152.

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, Daysy del Pilar Castañeda Ordóñez, con C.C: # 0921230272 autora del trabajo de titulación: **Evaluación costo-beneficio de la hidroeléctrica Coca Codo Sinclair** previo a la obtención del grado de **MAGÍSTER EN FINANZAS Y ECONOMÍA EMPRESARIAL** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de graduación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 4 de febrero de 2021

Daysy Castañeda

f. \_\_\_\_\_  
Nombre: Daysy del Pilar Castañeda Ordóñez  
C.C: 0921230272

<b>REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>			
<b>FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE GRADUACIÓN</b>			
<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>	Evaluación costo-beneficio de la hidroeléctrica Coca Codo Sinclair		
<b>AUTOR(ES)</b> (apellidos/nombres):	Castañeda Ordóñez, Daysy del Pilar		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b> (apellidos/nombres):	Chávez García, Jack Alfredo Castillo Nazareno, Uriel Hitamar Alcívar Avilés, María Josefina		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>UNIDAD/FACULTAD:</b>	Sistema de Posgrado		
<b>MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:</b>	Maestría en Finanzas y Economía Empresarial		
<b>GRADO OBTENIDO:</b>	Magister en Finanzas y Economía Empresarial		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	4 de febrero de 2021	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	50
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Economía, Finanzas públicas.		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	Costo beneficio, central hidroeléctrica, energía hidroeléctrica, evaluación de proyectos, ahorro económico.		
<b>RESUMEN/ABSTRACT</b> (150-250 palabras):	<p>El proyecto Coca Codo Sinclair se lo catalogó como uno de los proyectos más grandes a nivel nacional, el cual funge como una central hidroeléctrica que busca la transformación de energía hidráulica a eléctrica. El objetivo general del trabajo fue el evaluar el costo-beneficio de la construcción de la hidroeléctrica Coca Codo Sinclair. La metodología utilizada se basó en un enfoque cuantitativo, no experimental, de alcance descriptivo, método deductivo, se utilizó la técnica de la observación. Entre los resultados obtenidos se pudo observar que hubo una diferencia entre el proyecto inicial y el costo real incurrido en la construcción de la hidroeléctrica debido al contrato firmado que no tuvo las garantías suficientes para el beneficio del Ecuador. Se pudo apreciar que este proyecto es beneficioso para al país ya que permitió un ahorro en el déficit tarifario que padecía el país, ahorro en el consumo de combustible y subsidio al diésel debido a que este tipo de energía no usa combustibles. También se logró obtener ingresos por la disminución de emisiones de gases contaminantes por medio del bono de carbono. El primer escenario de la evaluación financiera dio como resultado un costo beneficio de 13.19 una TIR del 161% y VAN de \$12,034, el segundo escenario un costo beneficio de 5.8 una TIR del 73% y VAN de \$10,776.13. Cabe recalcar que el segundo escenario fue el real y la diferencia radicó en el sobreprecio incurrido en la construcción.</p>		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> +593-9-89730882	E-mail: daysycop@hotmail.com	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:</b>	<b>Nombre:</b> Econ. María Teresa Alcívar Avilés		
	<b>Teléfono:</b> 0990898747		
	<b>E-mail:</b> maria.alcivar10@cu.ucsg.edu.ec		