

2017

# Resumen Ejecutivo Evaluación de los Proyectos Hidroeléctricos Coca Codo Sinclair y Sopladora



Secretaría Nacional  
de Planificación  
y Desarrollo

**Subsecretaría de Seguimiento y  
Evaluación**

Dirección de Evaluación de Políticas Públicas

Quito, 19 de mayo del 2017



**Realizado por:**

Diego Felipe Villalba Angulo  
*Dirección de Evaluación de Políticas Públicas*

Mishell Johana Herrera Merchán  
*Dirección de Evaluación de Políticas Públicas*

**Revisado por:**

Fernando Javier Cando Ortega  
*Director de Evaluación de las Políticas Públicas*

**Aprobado por:**

Lizette Carolina Ponce Fernández  
*Subsecretaria de Seguimiento y Evaluación*

## Contenido

1. Introducción .....	4
2. Descripción de los Proyectos Hidroeléctricos Coca Codo Sinclair y Sopladora .....	6
2.1. Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair .....	6
3. Proyecto Hidroeléctrico Sopladora .....	8
4. Metodología de evaluación .....	10
4.1. Variables e indicadores de interés.....	10
4.2. Fuentes de información .....	11
4.3. Procedimiento metodológico .....	12
5. Resultados.....	15
5.1. Proceso de construcción .....	15
5.1.1 Eficacia de la construcción.....	15
5.1.2 Eficiencia de la construcción .....	16
5.2. Beneficios ambientales.....	18
5.2.1 Sustitución de energía termoeléctrica .....	18
5.2.2 Reducción de emisiones de CO <sub>2</sub> .....	20
5.3. Aporte de los proyectos hidroeléctricos Coca Sinclair y Sopladora con el inicio del período de pruebas y operación experimental .....	21
5.3.1 Aporte energético al Sistema Nacional Interconectado.....	21
5.3.2 Cantidad de energía importada.....	24
5.3.3 Cantidad de energía exportada.....	25
5.4. Desarrollo territorial.....	26
6. Conclusiones y recomendaciones .....	29
7. Bibliografía.....	33

## Índice de Tablas

Tabla No. 1: Definición de variables e indicadores de interés .....	10
Tabla No. 2: Porcentaje de energía térmica desplazada .....	19
Tabla No. 3: Reducción de emisiones de CO <sub>2</sub> equivalente por proyecto .....	20
Tabla No. 4: Detalle de las fechas de inicio del periodo de pruebas y operación comercial de los Proyectos Hidroeléctricos Coca Codo Sinclair y Sopladora .....	21
Tabla No. 5: Aporte al SNI según tipo de generación eléctrica - 2016 .....	22

## Índice de Gráficos

Gráfico No. 1: Tendencia de los caudales de los ríos aportantes a las centrales hidroeléctricas.....	24
Gráfico No. 2: Porcentaje y monto ejecutado en los ejes de los proyectos de desarrollo territorial Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair .....	27
Gráfico No. 3: Porcentaje y monto ejecutado en los ejes de los proyectos de desarrollo territorial Proyecto Hidroeléctrico Sopladora .....	28

## 1. Introducción

Los proyectos hidroeléctricos Coca Codo Sinclair y Sopladora son considerados de alto interés nacional pues tienen como objeto aportar al cambio de la matriz energética así como garantizar las condiciones de seguridad, confiabilidad del Sistema Eléctrico Ecuatoriano, el cual se enfoca a cubrir la demanda de potencia y energía en el país mediante el uso de recursos renovables. Históricamente la matriz energética del Ecuador sin, se ha compuesto de generación hidroeléctrica, termoeléctrica, interconexiones (exportaciones e importaciones especialmente con Colombia). En este contexto, gracias a la nueva visión del sector ecuatoriano se han podido desarrollar varios proyectos que buscan una matriz energética cuya participación de energías renovables sea la protagonista de la misma.

De acuerdo con el marco del PAEV 2016, la Dirección de Evaluación de Políticas Públicas (DEPP), perteneciente a la Subsecretaría de Seguimiento y Evaluación (SSE) de la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES), se comprometió a realizar la evaluación de resultados de los Proyectos Hidroeléctricos Coca Codo Sinclair y Sopladora. Cabe indicar que el contrato para la construcción del Proyecto Coca Codo Sinclair se suscribió el 5 de octubre del 2009 y comenzó a construirse el 28 de julio de 2010 (Acta de inicio), y el contrato del Proyecto Sopladora fue suscrito en 2010, e inició su construcción en abril de 2011. Ambos proyectos terminaron de construirse en el año 2016. Cuya materialización fue desarrollada a través del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, por medio de su brazo ejecutor la Corporación Eléctrica del Ecuador (CELEC).

Para la definición de la evaluación de los Proyectos Hidroeléctricos Coca Codo Sinclair y Sopladora, la DEPP instauró y articuló un Equipo Técnico de Evaluación (ETE), el cual fue compuesto del Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos (MICSE), Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER) y la Corporación Eléctrica del Ecuador. De esta forma, el ETE después de analizar la implementación de los proyectos, determinó que se realice una evaluación de resultados con tres ejes de análisis: (i) Proceso de construcción; (ii) Beneficios ambientales; y (iii) Aporte energético al Sistema Nacional Interconectado. Cabe indicar que los resultados correspondientes a beneficios ambientales y aporte energético al Sistema Nacional Interconectado (SNI) se basan en lo producido en la etapa de operación experimental y comercial en 2016, mostrando el aporte de estas nuevas centrales al sistema energético del país. Indicadores que deberán ser nuevamente evaluados luego de transcurrido un periodo considerable de operación comercial.

En lo que respecta al “Proceso de Construcción” de los proyectos, se consideró un análisis somero sobre la implementación de obras previstas entre lo contratado y lo realmente ejecutado en la construcción de los proyectos, entendiendo las particularidades presentadas durante la ejecución de los mismos (situaciones geológicas) y los niveles de estudios alcanzados previo a su construcción. Se presenta un análisis superficial sobre los procesos de construcción empleados, identificando posibles causales de cambios,

atrasos, y dificultades que se suscitaron en los procesos de construcción; con el objeto de conseguir lecciones aprendidas y aspectos de mejora que sirvan de consideración en la construcción de proyectos en el futuro, cabe recalcar que las particularidades hacen que cada proyecto sea único y esta evaluación busca ser una base, que será mejorada y complementada en un futuro.

En lo correspondiente a la evaluación de los “Beneficios Ambientales” y al “Aporte energético al Sistema Nacional Interconectado”, se consideró la proporción de sustitución que tendría el consumo de energía termoeléctrica a partir de la entrada en operación de las hidroeléctricas Coca Codo Sinclair y Sopladora. También se estimó la reducción de emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), generadas por el desplazamiento de la generación termoeléctrica que se basa en la combustión de combustibles fósiles. Así también, se analizó el aporte de energía que las centrales hidroeléctricas Coca Codo Sinclair y Sopladora aportan al SNI y se examinó si en 2016 se redujo la importación de energía respecto al año 2015, año en que las hidroeléctricas en estudio todavía no estaban produciendo energía.

Por último, la evaluación de resultados de los Proyectos Hidroeléctricos Coca Codo Sinclair y Sopladora, también contuvo un componente de información cualitativa, el cual tuvo la finalidad de captar la percepción valorativa de actores involucrados en la implementación de los proyectos sobre los procesos constructivos, los beneficios ambientales, y el aporte energético al Sistema Nacional Interconectado de los proyectos evaluados.

El presente documento se encuentra estructurado: sección 2 se presenta la descripción de los proyectos, que considera la base histórica de la concepción de los proyectos sus objetivos, los bienes y/o servicios que brindan, la lógica de su funcionamiento, la identificación de la población objetivo, y los mecanismos de selección y/o priorización de beneficiarios. Además, se define la línea de tiempo y la cadena de valor de los proyectos. En la sección 3 se define el significado de evaluación de resultados. La sección 4 describe los componentes de evaluación y detalla las preguntas de evaluación, las variables e indicadores de interés, las fuentes de información y el procedimiento metodológico que se siguió para desarrollar la evaluación. Por su parte, en la sección 5 se explica lo que es el Sistema Nacional Interconectado (SNI), que es un concepto clave para comprender los análisis. En la sección 6 se expone la evaluación de resultados, con base en los ejes de análisis establecidos para el desarrollo de la evaluación. En la sección 7 se presentan las conclusiones y en la sección 8 las recomendaciones que se desprenden del informe de evaluación. Por último, en la sección 9 se presentan las lecciones aprendidas y las recomendaciones de política pública.

## 2. Descripción de los Proyectos Hidroeléctricos Coca Codo Sinclair y Sopladora

### 2.1. Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair

En cuanto al **origen** del Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair, el Estado Ecuatoriano a través del desaparecido Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL), durante los años sesenta y ochenta, estudió el enorme potencial hidroeléctrico existente en el Ecuador, destacándose las excelentes características hidroeléctricas de la cuenca del Río Coca. En esos años, el INECEL formuló el inventario energético de la cuenca del Río Coca, desde sus orígenes hasta el denominado “Codo Sinclair”<sup>1</sup>, definiendo el aprovechamiento hidroeléctrico “Coca Codo Sinclair” como el proyecto hidroeléctrico más atractivo de esta cuenca.

Con el propósito de definir la mejor alternativa y la capacidad de aprovechamiento del proyecto Coca Codo Sinclair, el INECEL contrató con la asociación de firmas consultoras: “Electroconsult – Tractionel – Rodio – Astec – Inelin – Ingeconsult – Caminos y Canales” los estudios de factibilidad, mismos que fueron realizados entre abril de 1990 y junio de 1992. Estos estudios dieron como resultado la formulación de un proyecto de dos etapas continuas, con capacidades de 432 y 427 MW cada una; sumando un total de 859 MW. Sin embargo, se consideró la optimización del proyecto y su ampliación a 1500 MW (Corporación Eléctrica del Ecuador, 2012) (Estudio de Factibilidad Proyecto CCS, 2009).

La ejecución de este proyecto se concretó el 22 de marzo de 2007, cuando se suscribió el “Acuerdo entre el Ministerio de Energía y Minas de la República del Ecuador y el Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios de la República de Argentina, sobre Cooperación en Materia Hidrocarburífera, Energética y Minera”. Por otra parte, el 14 de agosto de 2007, se suscribió el “Acuerdo Marco de Cooperación Interinstitucional” sobre la generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, efectuado entre el Fondo de Solidaridad del Ecuador, como accionista único de TERMOPICHINCHA S.A., y la empresa Energía Argentina S.A. (ENARSA); que vendió sus acciones al Estado Ecuatoriano, por lo que actualmente la Corporación Eléctrica del Ecuador (CELEC) es el único accionista (Corporación Eléctrica del Ecuador, 2012).

Por su parte, el proyecto hidroeléctrico es de suma importancia en cuanto a la política energética del Ecuador, ya que éste contribuye al objetivo 11 del Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017, que establece “*Asegurar la soberanía de los sectores estratégicos para la transformación industrial y tecnológica*”. Asimismo, derivado de este objetivo se tiene una política (11.1) asociada la cual establece “*Reestructurar la matriz energética bajo*

---

<sup>1</sup> El “Codo Sinclair” es un accidente geográfico que tiene forma de codo ubicado en la cuenca del Río Coca. Fue denominado así por el geólogo norteamericano Joseph Sinclair quien describió el lugar en 1907.

*criterios de transformación de la matriz productiva, inclusión, calidad, soberanía energética y sustentabilidad, con incremento de la participación de energía renovable”.*

Después de revisar y comprender las acciones que originaron al Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair de 1500 MW, y el objetivo del Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017 al que está contribuyendo, se indica que el **objetivo general** del proyecto es desarrollar y ejecutar el proyecto hidroeléctrico más grande del país, con la finalidad de satisfacer la demanda creciente de energía eléctrica, mejorando la calidad de vida de la población. De igual manera se determinan los **objetivos específicos**: (i) Dotar al país de una oferta de energía eléctrica confiable y eficiente; (ii) Evitar la posibilidad de racionamientos de energía eléctrica en el país; (iii) Reemplazar la generación térmica cara e ineficiente; (iv) Disminuir el elevado gasto en importación y subsidio de combustibles para la generación térmica; (v) Reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>; (vi) Lograr la autonomía energética del país; y, (vii) Aportar al uso eficiente de los recursos renovables, promoviendo la protección del medio ambiente.

En este sentido, el Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair tiene la finalidad de convertirse en la obra de infraestructura hidroeléctrica más grande del país, que ofrezca el **servicio** de electricidad a todo el territorio ecuatoriano, y genere una potencia máxima de 1500 MW durante las horas pico de demanda. Además, el proyecto también pretende reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> a través de la sustitución gradual de fuentes energéticas, con lo cual busca ofrecer un servicio ambiental indirecto o externalidad ambiental positiva.

Cabe mencionar que según el Contrato EPC (Engineering Procurement Construction) o “llave en mano”, el plazo contractual para la ejecución del proyecto Fases I y II, desde la firma del Acta de Inicio hasta la firma del Acta de Recepción Provisional, para la Fase I fue de 61 meses (28 de julio de 2010 al 28 de agosto de 2015), y el de la Fase II fue de 66 meses (28 de julio de 2010 al 28 de enero de 2016).

El costo de inversión efectuado en el proyecto que contempla la ejecución de obras, fiscalización, administración, obras de desarrollo y ejecuciones a cargo de la Unidad de Negocio e impuestos alcanzan a USD 2.850.966.262,06 (incluido IVA) (Perfil Senplades), de los cuales el valor del Contrato EPC alcanzó un valor de USD 2.234'839.562,56.

Como **beneficiarios** directos e indirectos del proyecto, se han considerado a todos los habitantes del Ecuador que registran cobertura de servicio eléctrico (4,9 millones de clientes) es decir el 97,24%.

Adicionalmente, el proyecto ha presentado beneficios en las poblaciones directamente influenciadas por el mismo, mediante la generación de empleo directo e indirecto. Así, el proyecto generó un pico máximo de 7.739 empleos directos en su ejecución. Con la puesta en marcha del proyecto se pretende reducir emisiones de CO<sub>2</sub> en aproximadamente 3,45 millones de toneladas al año (siendo equivalente a las emisiones de 1,2 millones de vehículos), y sustituir la importación de energía eléctrica así como por



costos evitados (utilizar energía hidráulica versus el consumo de diésel importado), con un ahorro por estimado de 617,93 millones de dólares al año. El proyecto ha beneficiado con obras de Desarrollo Territorial a las zonas de influencia del proyecto con una inversión de 21,19 millones de dólares (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2016).

### 3. Proyecto Hidroeléctrico Sopladora

Respecto al **origen** del Proyecto Hidroeléctrico Sopladora, en 1961 el Ing. Daniel Palacios Izquierdo, quien era Superintendente de Campo de la Compañía Inglesa Shell y tenía bajo su control los estudios geofísicos y geológicos, presentó un informe de los resultados de sus observaciones en la parroquia Amaluza, sobre el desnivel del río Paute que por sus características consistía en un recurso aprovechable para la generación hidroeléctrica. En ese mismo año se creó el ahora desaparecido Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL) e iniciaron las gestiones en torno al proyecto Paute (Corporación Eléctrica del Ecuador, 2010).

En 1964 se contrataron los estudios para el desarrollo hidroeléctrico de la zona denominada “Cola de San Pablo”<sup>2</sup>, y se obtuvo como resultado un plan integral de aprovechamiento del recurso hídrico del Río Paute, el cual consistía de una propuesta inicial de construcción de tres centrales hidroeléctricas: Molino, Mazar y Sopladora, y de tres embalses: Amaluza, Mazar y Marcayacu. Posteriormente, se propuso la construcción de una central hidroeléctrica adicional: Cardenillo, y de otro embalse adicional con el mismo nombre.

En 1976 inició la edificación de la Fase AB de la central Paute-Molino; comenzando así la construcción de la central hidroeléctrica más grande hasta ese entonces y del Complejo Hidroeléctrico Paute Integral. Dicha fase entró en operación en 1983, y posteriormente la Fase C fue construida entre los años 1985 y 1991. La central Paute-Molino genera anualmente 4900 GWh, representando el 35% de la demanda de energía eléctrica del país en la actualidad. Además, está compuesta por la presa Daniel Palacios (Amaluza), que es de tipo arco gravedad y tiene una altura de 170 m.

Luego de varios años de espera, en marzo de 2005, se inicia la construcción del proyecto hidroeléctrico Paute-Mazar, ubicado en las inmediaciones de la desembocadura del Río Mazar. Esta central comenzó sus operaciones en 2010, y está constituida por una presa de enrocado con pantalla de hormigón de 166 metros de altura, que forma un embalse de 394 hm<sup>3</sup> de volumen total y una central subterránea a pie de presa. Además, cuenta con dos turbinas tipo francis que generan 85 MW cada una; aportando aproximadamente 800 GWh anualmente al Sistema Nacional Interconectado (SNI).

Por otra parte, la central subterránea Paute-Sopladora inició su construcción el 26 de abril 2011 y finalizó el 15 de agosto de 2016. Esta central está ubicada en el margen derecho

---

<sup>2</sup> La “Cola de San Pablo” es un tramo del río Paute que desciende hacia la Amazonía, y que forma una fuerte pendiente con una longitud de 13 km. Se le denomina de ésta manera al embalse de la presa Daniel Palacios.

del Río Paute, entre las quebradas Sopladora y Palmira, y tendrá la capacidad de captar los caudales turbinados de hasta 150 m<sup>3</sup>/s que provienen directamente de los dos túneles de descarga de la central Molino. Adicionalmente, se estima que esta central genere anualmente 2.770 GWh, a través de 3 unidades con turbinas tipo Francis.

Finalmente, la central Paute-Cardenillo corresponde a la cuarta y última etapa del Complejo Hidroeléctrico Paute Integral que en la actualidad cuenta con los estudios y el diseño definitivo para la licitación de la construcción del proyecto.

El proyecto hidroeléctrico Sopladora es de suma importancia en cuanto a la política energética del Ecuador, ya que éste contribuye al objetivo 11 del Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017, que establece “*Asegurar la soberanía de los sectores estratégicos para la transformación industrial y tecnológica*”. Asimismo, derivado de este objetivo se tiene una política (11.1) asociada, la cual establece “*Reestructurar la matriz energética bajo criterios de transformación de la matriz productiva, inclusión, calidad, soberanía energética y sustentabilidad, con incremento de la participación de energía renovable*”.

Después de revisar y comprender las acciones que originaron al Proyecto Hidroeléctrico Sopladora, y el objetivo del Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017 al que está contribuyendo, a continuación, se indica que el **objetivo general** del proyecto es aprovechar el potencial hidroeléctrico de la cuenca del Río Paute para incrementar la oferta energética del Sistema Eléctrico Ecuatoriano, mediante la construcción de la Central Sopladora de 487 MW de potencia.. De igual manera se determinan los **objetivos específicos**: (i) Dotar al país de una oferta de energía eléctrica confiable y eficiente; (ii) Evitar la posibilidad de racionamientos de energía eléctrica en el país; (iii) Reemplazar la generación térmica cara e ineficiente; (iv) Disminuir el elevado gasto en importación y subsidio de combustibles para la generación térmica; (v) Reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>; (vi) Sustituir la importación de energía eléctrica; (vii) Lograr la autonomía energética del país; y, (viii) Aportar al uso eficiente de los recursos renovables, promoviendo la protección del medio ambiente.

El Proyecto Hidroeléctrico Sopladora corresponderá a la tercera etapa del Complejo Hidroeléctrico Paute Integral, y proporcionará **servicio** de energía al SNI con al menos 487 MW. Adicionalmente, con el inicio de sus operaciones pretende promover la sustitución de energía termoeléctrica, generando a su vez una reducción en las importaciones de combustibles y una producción eléctrica más amigable con el medio ambiente.

Cabe mencionar que la implementación del proyecto fue planificada para un plazo temporal de 1.438 días, a partir del pago del anticipo del contrato de construcción de obras civiles y equipamiento. Sin embargo, debido a situaciones de orden técnico, la ejecución del proyecto se aplazó en 16,7 meses y finalizó el 15 de agosto 2016 (Corporación Eléctrica del Ecuador, 2010). Por otro lado, se debe mencionar que el monto

invertido hasta el mes de diciembre de 2016 para las obras civiles y el equipamiento electromecánico, alcanza la suma de 659.423.847,99 sin incluir IVA.

Los **beneficiarios** directos e indirectos del proyecto corresponden a los habitantes del Ecuador que registran cobertura de Servicio Eléctrico del 97,27% (4,9 millones de clientes).

Adicionalmente, el proyecto ha presentado beneficios con las poblaciones directamente influenciadas mediante la generación de empleo directo e indirecto. El proyecto ha generado un máximo de empleo de 3.258 empleos directos, pero también pretende reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en aproximadamente 1,09 millones de toneladas al año, reducir emisiones en un equivalente de 379,6 mil vehículos, aportar a sustituir la importación de energía eléctrica generando un ahorro estimado de 198,10 millones de dólares al año por costos evitados al utilizar energía hidráulica y disminuir el consumo de diesel importado. Por último, el proyecto ha beneficiado con Obras de Desarrollo Territorial por un valor de 2,52 millones de dólares (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2016).

## 4. Metodología de evaluación

### 4.1. Variables e indicadores de interés

Las variables e indicadores de interés son datos medibles que representan a los componentes que se pretenden evaluar, permitiendo cuantificar dimensiones conceptuales. A continuación, en la **Tabla No. 1** se muestran las variables e indicadores de interés concernientes a la evaluación de resultados de los Proyecto Hidroeléctricos Coca Codo Sinclair y Sopladora:

**Tabla No. 1: Definición de variables e indicadores de interés**

Variable	Indicador	Definición Operativa
<b>Proceso de construcción</b>		
Eficacia del proceso de construcción	Porcentaje de desviación del tiempo de construcción del proyecto.	<u>Numerador</u> : Plazo de construcción previsto en el contrato original. <u>Denominador</u> : Plazo final de construcción del proyecto
Eficiencia del proceso de construcción	Porcentaje de desviación del costo de construcción del proyecto.	<u>Numerador</u> : Costo inicial contractual <u>Denominador</u> : Costo final contractual  *Se utilizará el valor contractual del proyecto, que no incluye reajuste, IVA, fiscalización ni gastos administrativos.
Variable	Indicador	Definición Operativa
<b>Beneficios ambientales</b>		
Sustitución de energía termoeléctrica	Porcentaje de energía térmica desplazada por la incorporación de energía hidroeléctrica.	Diferencia entre el porcentaje de energía hidráulica para servir la demanda en el periodo n y el n-1.

Reducción de emisiones de CO <sub>2</sub>	Total de emisiones de CO <sub>2</sub> procedente de la energía termoeléctrica sustituida.	Toneladas métricas per cápita de CO <sub>2</sub> procedente de la energía termoeléctrica sustituida. *Este indicador será desarrollado entre SENPLADES y el Ministerio del Ambiente.
<b>Variable</b>	<b>Indicador</b>	<b>Definición Operativa</b>
<b>Aporte energético al SNI</b>		
Cantidad de energía importada (MW)	Variación de la importación de energía.	<u>Numerador</u> : Diferencia entre la cantidad de importación en el año n y el año n-1. <u>Denominador</u> : Cantidad de importación en el año n-1.
Aporte energético al SNI	Porcentaje de aporte energético.	<u>Numerador</u> : Cantidad del aporte energético de las hidroeléctricas. <u>Denominador</u> : Energía neta producida
Cantidad de energía exportada (MW).	Variación de la exportación de energía.	<u>Numerador</u> : Diferencia entre la cantidad de exportación en el año n y el año n-1. <u>Denominador</u> : Cantidad de exportación en el año n-1.

**Fuente y elaboración:** Dirección de Evaluación de Políticas Públicas - Senplades

Adicionalmente, para analizar el componente de “Desarrollo Territorial” de los proyectos hidroeléctricos, se revisarán las actividades realizadas por los gestores con el objetivo de fomentar el desarrollo socioeconómico y ambiental de las zonas en donde fueron implementados. De esta manera, se examinarán los costos implicados en cada actividad realizada para establecer relevancia, se mantendrán diálogos con los gestores para conocer a profundidad la situación actual de estas inversiones, y se determinarán las instituciones que deberían encargarse de gestionar y mantener dichas inversiones. Así también, se hará un análisis de la información otorgada por la Corporación Eléctrica del Ecuador del monto ejecutado en los distintos ejes de los proyectos de Desarrollo Territorial.

## 4.2. Fuentes de información

Las fuentes de información comprenden bases de datos, registros administrativos, estudios técnicos, y otros archivos o documentos que contengan información relevante sobre los procesos y los beneficiarios de los proyectos. A continuación, se muestran las fuentes de información concernientes a la evaluación de resultados de los Proyectos Hidroeléctricos Coca Codo Sinclair y Sopladora:

- a) Estudio Técnico denominado “*Proyecto de Generación Hidroeléctrica con Capacidad Total de 1500 MW de Potencia*” (CELEC, julio 2012).
- b) Estudio Técnico denominado “*Proyecto Hidroeléctrico Paute Sopladora*” (CELEC, abril 2010).
- c) Contratos de Construcción de los Proyectos Hidroeléctricos Coca Codo Sinclair y Sopladora, y Resúmenes Ejecutivos donde se detallen sus costos, plazos y obras planificadas inicialmente (MEER, 2016).

- d) Órdenes de Trabajo Adicionales y/o Contratos Complementarios más influyentes en el proceso constructivo de los Proyectos Hidroeléctricos Coca Codo Sinclair y Sopladora (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable - MEER, 2016).
- e) Las Fichas de Seguimiento Mensual de los Proyectos Hidroeléctricos Coca Codo Sinclair y Sopladora que son remitidas al Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos -MICSE (MEER, 2016).
- f) Cálculo estimado de la reducción y ahorro del consumo de combustibles fósiles (MEER, 2016-2018).
- g) Producción neta de energía de las Hidroeléctricas Coca Codo Sinclair y Sopladora en 2016. Aporte al SNI según tipo de generación eléctrica y participación de las principales centrales hidroeléctricas sobre la producción de energía hidráulica. Participación de la generación neta en el SNI por fuente de energía en 2015 y 2016. Cantidad de energía importada y exportada (Perú y Colombia) en 2015 y 2016 (MEER, 2016).
- h) Levantamiento de información (SENPLADES)

### 4.3. Procedimiento metodológico

A continuación, se muestran los pasos considerados en el desarrollo de la evaluación de resultados de los Proyectos Hidroeléctricos Coca Codo Sinclair y Sopladora:

- a) Identificar el modelo de gestión, el objetivo general, los objetivos específicos, las metas y otras especificidades de los proyectos.
- b) Recolectar información sobre los siguientes temas:
  - Los procesos que se llevaron a cabo en la construcción de las obras de infraestructura de los proyectos;
  - Los beneficios ambientales que generaron los proyectos;
  - El aporte energético al SNI de los proyectos, y;
  - Las acciones realizadas para fomentar el desarrollo socioeconómico y ambiental de las zonas donde fueron implementados los proyectos.
- c) Evidenciar los cambios, atrasos y problemas enfrentados en el proceso de construcción de los proyectos.
- d) Analizar y valorar la razón de las Órdenes de Trabajo Adicionales y/o Contratos Complementarios que se realizaron en el proceso de construcción de los proyectos.
- e) Comparar lo contratado en el diseño inicial con lo realmente ejecutado, determinando los siguientes aspectos:
  - Si las obras de infraestructura fueron construidas dentro de los plazos establecidos en el diseño inicial de cada proyecto.
  - Si los proyectos fueron implementados de acuerdo al presupuesto programado en sus diseños iniciales.

- f) Establecer la cantidad estimada<sup>3</sup> de consumo de energía procedente de combustibles fósiles, que se reducirá con la operación de las hidroeléctricas.
- g) Establecer la cantidad estimada de emisiones de CO<sub>2</sub> que se reducirá con la operación de las hidroeléctricas.
- h) Determinar la cantidad estimada de importación de energía que se reducirá con la operación de las hidroeléctricas.
- i) Determinar la cantidad de energía que aportarán las hidroeléctricas al Sistema Nacional Interconectado (SNI).
- j) Determinar la cantidad estimada de exportación de energía que incrementará con la operación de las hidroeléctricas.
- k) Identificar las acciones realizadas por los proyectos, con sus respectivos costos, en cuanto al fomento socioeconómico y ambiental de las zonas donde fueron implementados.
- l) Establecer la correspondencia de las competencias en cuanto a la gestión e inversiones realizadas por los proyectos dentro de su componente “Desarrollo territorial”.
- m) Determinar la percepción de los actores claves de los proyectos, respecto a los procesos de construcción, beneficios ambientales y aporte energético al SNI.

A continuación, se realiza una breve explicación de cómo se elaboraron los distintos indicadores y variables de interés, de acuerdo al uso y aplicación de la información:

- a) Eficacia de proceso de construcción: Se utilizó la información entregada por CELEC de los Proyectos Hidroeléctricos Coca Codo Sinclair y Sopladora, para conocer los plazos de construcción establecidos inicialmente, los plazos de construcción establecidos después de los trabajos adicionales y/o contratos complementarios, y los plazos en los que efectivamente se terminaron de implementarse los proyectos.
- b) Eficiencia de proceso de construcción: Se utilizó la información entregada por CELEC de los Proyectos Hidroeléctricos Coca Codo Sinclair y Sopladora, para conocer los recursos presupuestados inicialmente, los recursos establecidos después de los trabajos adicionales y/o contratos complementarios, y los recursos que efectivamente se han ejecutado.
- c) Sustitución de energía termoeléctrica: Se realizó una comparación entre la composición de energía neta producida en 2015 y la composición de energía neta producida en 2016, para conocer los beneficios ambientales que generarán los proyectos, en base a la sustitución de la energía procedente de combustibles fósiles (energía termoeléctrica) por energía hidroeléctrica; que es una energía más limpia.

---

<sup>3</sup> Se trata de estimaciones debido a que la información considerada de los proyectos hidroeléctricos para el análisis de la energía térmica desplazada, la reducción en la cantidad de emisiones de CO<sub>2</sub>, la reducción de importaciones, el incremento de exportaciones y el aporte energético al SNI, corresponde a la etapa de operación experimental. A fin de tener datos con mayor precisión, los proyectos hidroeléctricos deberán contar con al menos un año de operación comercial.



- d) Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>: Se utilizó el cálculo estimado de la reducción y ahorro del consumo de combustibles fósiles (energía termoeléctrica), para conocer los beneficios ambientales que generarán los proyectos, a través de la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> por la sustitución de la energía termoeléctrica.
- e) Cantidad de energía importada: Se realizó una comparación sobre los resultados observados en la etapa de operación experimental de las hidroeléctricas, considerando la información mensual de la cantidad de energía importada desde Perú y Colombia en 2015 y 2016, para tener una estimación de la capacidad que tendrían las hidroeléctricas en cuanto a reducir el consumo de energía importada.
- f) Aporte energético al SNI: Se analizaron los resultados de la generación eléctrica que tuvieron las Hidroeléctricas Coca Codo Sinclair y Sopladora durante su etapa de operación experimental en 2016, para conocer la cantidad de energía que las hidroeléctricas aportaron al Sistema Nacional Interconectado (SNI).
- g) Cantidad de energía exportada: Se realizó una comparación sobre los resultados observados en la etapa de operación experimental de las hidroeléctricas, considerando la información mensual de la cantidad de energía exportada hacia Perú y Colombia en 2015 y 2016 para trabajar con resultados observados y conocer la variación de la cantidad de energía que dichas hidroeléctricas exportaron.

De manera general, para responder a las preguntas de evaluación concernientes al eje de “Proceso constructivo” se trabajó a partir de la información proporcionada por CELEC para la construcción de los respectivos indicadores. Por otra parte, para responder las preguntas de evaluación correspondientes al eje: “Beneficios ambientales”, se trabajó con estimaciones entregadas por el MEER. Mientras que para responder las preguntas de evaluación correspondientes al eje de “Aporte Energético al SNI”, se trabajó mediante el procesamiento de los cálculos en base a la información entregada por el MEER, y el uso de cualquier tipo de información adicional que fue de relevancia.

Adicionalmente, para responder la pregunta que respecta al componente de “Desarrollo Territorial”, se trabajó con la información entregada por el MEER, la cual detalla las acciones realizadas por los gestores de los proyectos para el fomento socioeconómico y ambiental de las zonas intervenidas.

Por último, para determinar la percepción de los actores claves respecto a los procesos de construcción, beneficios ambientales y el aporte energético al SNI, se realizaron levantamientos de información cualitativa en base a entrevistas guiadas a actores relevantes en Coca Codo Sinclair y Sopladora.

## 5. Resultados

### 5.1. Proceso de construcción

En lo referente al análisis de los procesos de construcción de los Proyectos Hidroeléctricos Coca Codo Sinclair y Sopladora, a través de una comparación entre lo contratado y lo ejecutado, se estimará la efectividad en cuanto a obras construidas, la eficacia en cuanto al plazo establecido y la eficiencia considerando el monto gastado.

#### 5.1.1 Eficacia de la construcción

##### Coca Codo Sinclair:

Para calcular la eficacia del Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair se calculó un indicador que abarca a este concepto. En este sentido, este indicador establece el cambio relativo del plazo de un periodo a otro; relacionando la razón entre el tiempo final de duración del contrato y el tiempo contemplado en el contrato inicial.

- Indicador: Porcentaje de desviación del plazo de construcción del proyecto.
- Operatividad: La razón entre el plazo final de construcción del proyecto y el plazo de construcción previsto en el contrato original:

$$\text{Desviación del tiempo de construcción del proyecto} = \left( \frac{\text{Plazo final de construcción}}{\text{Plazo contrato original}} - 1 \right) * 100$$

$$\text{Desviación del tiempo de construcción del proyecto} = \left( \frac{76,6 \text{ meses}}{66 \text{ meses}} - 1 \right) * 100$$

$$\text{Desviación del tiempo de construcción del proyecto} = 16,1\%$$

Como se puede observar, el contrato original estableció un plazo de 66 meses para la construcción del proyecto, sin embargo, el plazo final para la construcción del mismo fue de 76,6 meses, es decir, tuvo un retraso de 10,6 meses considerando el plazo contratado y plazo ejecutado en la construcción. Esto representa una desviación del tiempo de construcción de 16,1%.

De acuerdo con el levantamiento de información cualitativa, se identificó que las principales causas para el retraso en la construcción del proyecto, fueron el atascamiento de las dos tuneladoras, los problemas geológicos que ocasionaron la reubicación de la tubería de presión 2, y la demora de los pagos al contratista.

Este análisis demuestra que en la implementación de este tipo de proyectos, se pueden presentar situaciones inesperadas que retrasan los plazos establecidos en la contratación original. Sin embargo, se evidencia que los constructores enfrentaron los problemas



eficazmente y lograron superar los obstáculos presentados. Por otro lado, se demuestra que la demora en los pagos a los contratistas por parte del Estado, también genera retrasos en la construcción de este tipo de proyectos.

### **Sopladora:**

Asimismo, para el Proyecto Hidroeléctrico Sopladora se calculó un indicador que determina la eficacia constructiva, el cual posee los mismos parámetros que el indicador presentado en el análisis de Coca Codo Sinclair.

- **Indicador:** Porcentaje de desviación del plazo de construcción del proyecto.
- **Operatividad:** La razón entre el plazo final de construcción del proyecto y el plazo de construcción previsto en el contrato original:

$$\text{Desviación del tiempo de construcción del proyecto} = \left( \frac{\text{Plazo final de construcción}}{\text{Plazo contrato original}} - 1 \right) * 100$$

$$\text{Desviación del tiempo de construcción del proyecto} = \left( \frac{64,6 \text{ meses}}{47,93 \text{ meses}} - 1 \right) * 100$$

$$\text{Desviación del tiempo de construcción del proyecto} = 34,8\%$$

De acuerdo al indicador calculado, el contrato original estableció un plazo de 47,93 meses para la construcción del proyecto, sin embargo, el plazo final para la construcción del mismo fue de 64,6 meses, es decir, tuvo un diferimiento de 16,7 meses considerando el plazo planificado y plazo ejecutado en la construcción. Esto representa una desviación del tiempo de construcción de 34,8%.

### **5.1.2 Eficiencia de la construcción**

#### **Coca Codo Sinclair:**

Con la finalidad de calcular la eficiencia del Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair en cuanto a los montos utilizados para su construcción, se desarrolló un indicador que captara este concepto. De esta manera, se estableció la eficiencia que se obtiene mediante la razón entre el monto que hasta la fecha se ha logrado ejecutar, y el monto que se planificó para la construcción del proyecto.

- **Indicador:** Porcentaje de desviación del costo de construcción del proyecto.
- **Operatividad:** La razón entre el costo final contractual del proyecto y el costo inicial contractual del proyecto:

$$\text{Desviación del costo de construcción del proyecto} = \left( \frac{\text{Costo final contractual}}{\text{Costo inicial contractual}} - 1 \right) * 100$$

$$\text{Desviación del costo de construcción del proyecto} = \left( \frac{2.234'839.563}{2.086'838.290} - 1 \right) * 100$$

**Desviación del costo de construcción del proyecto = 7,09%**

Como se puede observar, el precio del contrato EPC, para la ejecución “llave en mano” para el desarrollo de ingeniería, provisionamiento de equipos y materiales, construcción de obras civiles, montajes de equipos y puesta en marcha del proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair en su cláusula SEXTA.- PRECIO EPC “El contratista recibirá como pago por la ejecución total de los trabajos y por el cabal y debido cumplimiento de sus obligaciones conforme a este contrato, desde la suscripción del acta de inicio hasta la culminación total de los trabajos, la cantidad de US\$ 1.979.700.000.00, (...)” conforme a esta cláusula se le pagó al constructor los valores netamente especificados por este concepto. Este precio no contempla la ejecución de obras, fiscalización, administración, obras de desarrollo y ejecuciones a cargo de la Unidad de Negocio e impuestos.

Cabe mencionar que todos los valores ejecutados en el Proyecto Coca Codo Sinclair, estaban considerados en el perfil SENPLADES, es decir, las estimaciones de los montos requeridos.

De acuerdo al levantamiento de información cualitativa que se realizó a los actores clave del proyecto, el incremento en el monto para la construcción del mismo obedece principalmente a razones de “Cambio de ley aplicable”, las mismas que fueron consideradas en el Contrato EPC, con el fin de regular el costo del proyecto y mantener un equilibrio económico para el Contratista, los principales cambios fueron de carácter impositivo, afectando los Impuesto de Salida de Divisas, Impuesto a la Renta (convenio de doble imposición con CHINA) y Costos e Impuestos relacionados con las Importaciones. Es importante recalcar que el tema impositivo correspondió al principal incremento que sufrió el proyecto por cambio de ley.

### **Sopladora:**

Al igual que en Coca Codo Sinclair, para determinar la eficiencia en cuanto a los montos destinados a la construcción del Proyecto Hidroeléctrico Sopladora, se desarrolló un indicador que recoge dicho concepto. En este sentido, se estableció la eficiencia que se obtiene mediante la razón entre el valor monetario que hasta la fecha se ha logrado ejecutar, y el valor monetario a nivel de contrato inicial.

- **Indicador:** Porcentaje de desviación del costo de construcción del proyecto.
- **Operatividad:** La razón entre el costo final contractual del proyecto y el costo inicial contractual del proyecto:

$$\text{Desviación del costo de construcción del proyecto} = \left( \frac{\text{Costo contractual a Dic 2016}}{\text{Costo total contractual}} - 1 \right) * 100$$

$$\text{Desviación del costo de construcción del proyecto} = \left( \frac{659'423.847,99}{681'850.441,10} - 1 \right) * 100$$

$$\text{Desviación del costo de construcción del proyecto} = -3,28\%$$

Como se puede observar, a la fecha de corte diciembre 2016, la inversión en el proyecto frente al monto total contractual del proyecto tiene una desviación del -3.28%. Como se ha mencionado en párrafos anteriores, el proyecto finalizó el 15 de agosto de 2016, y actualmente se encuentra en la fase de recepción provisional. Una vez que se suscriba el Acta correspondiente, se dispondrá de la liquidación económica del proyecto, y en consecuencia, del monto total invertido para el efecto, y el indicador será ajustado.

## 5.2. Beneficios ambientales

Los aspectos ambientales considerados para la evaluación fueron el porcentaje de sustitución de energía termoeléctrica y la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, los cuales serán revisados a detalle en la presente sección.

### 5.2.1 Sustitución de energía termoeléctrica

Para el análisis de la sustitución de energía termoeléctrica, se utilizó información entregada por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER, 2016), en la cual consta la producción de energía en 2015 y 2016, diferenciando entre las distintas fuentes de energía que existen dentro del país.

Para 2015, la producción de energía fue de 22.569,74 GW/h compuesto por un 57,49% de generación hidroeléctrica, 38,60% de generación termoeléctrica, 1,64% de generación no convencional (energía eólica, solar, entre otra.), y 2,26% de interconexión (importaciones). Por otro lado, en 2016 la producción de energía fue de 22.964,29 GW/h compuesto por un 67,83% de generación hidroeléctrica, 29,99% de generación termoeléctrica, 1,82% de generación no convencional y 0,36% de interconexión (MEER, 2016).

Con la finalidad de analizar la cantidad de energía térmica desplazada, se consideró el siguiente indicador:

- Indicador: Porcentaje de energía térmica desplazada.

El indicador resulta de la diferencia entre el porcentaje de energía térmica producida para servir la demanda en el período 2016 – 2015:

$$\% \text{ energía térmica desplazada} = \% \text{ de energía térmica (2016)} - \% \text{ de energía térmica (2015)}$$

$$\% \text{ energía térmica desplazada} = 29,99\% - 38,60\% = - 8,61\%^4$$

Porcentaje energía térmica desplazada = 8,61%

En la **Tabla No. 2** se presentan los resultados obtenidos, considerando los porcentajes de generación de energía térmica en los años 2015 y 2016, respecto del total del SNI:

**Tabla No. 2: Porcentaje de energía térmica desplazada**

	Escenario 1	
Periodo n-1	2015	38,60%
Periodo n	2016	28,94%
Resultado del indicador	▼	9,66%

Fuente y elaboración: Consultora COPADE Cía. Ltda.

Cabe indicar que el monto de energía térmica desplazada está sujeto al escenario hidrológico de cada año, por lo que, no permite tener certeza en cuanto al escenario esperado de los años siguientes. El resultado obtenido indica que existe una disminución de la participación de la generación de energía termoeléctrica dentro de SNI, comparando el año 2015 con el año 2016. A su vez, esto coincide con la incorporación de las nuevas hidroeléctricas Coca Codo Sinclair y Sopladora en el SNI, tomando en consideración que hasta finales de diciembre de 2016, las centrales se encontraban en etapa de operación experimental.

En conclusión, el análisis del porcentaje de sustitución de energía termoeléctrica se lo realizó considerando el funcionamiento de todos los proyectos hidroeléctricos que aportan al SNI, es decir, que el porcentaje de sustitución de energía termoeléctrica es el resultado del aporte eficiente de los proyectos hidroeléctricos y demás tipos de energía en conjunto dentro del esquema SNI.

Además, según la planificación del SNI, este sistema siempre deberá contar con el aporte de energía hidroeléctrica, termoeléctrica y no convencional, ya que de esta manera se minimizan los riesgos de depender únicamente de una fuente de energía, que en casos imprevistos como podría ser una fuerte sequía, la generación de energía hidroeléctrica sufriría graves problemas y la capacidad de generación termoeléctrica podría suplantar el vacío de energía hidroeléctrica. Además, la producción de energía proveniente de distintas fuentes asegura la continuidad y calidad del servicio.

<sup>4</sup> Cabe indicar que el resultado del indicador no se limita únicamente a la entrada en operación experimental de las hidroeléctricas Coca Codo Sinclair y Sopladora, al escenario hidrológico presente en cada periodo y al despacho económico, pero debido a la dimensión de las hidroeléctricas Coca Codo Sinclair y Sopladora, se asume que este hecho fue el más representativo para el desplazamiento de la generación termoeléctrica.

## 5.2.2 Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>

La reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> fue elaborada por el “Proyecto para el Fortalecimiento para las Capacidades de la Mitigación” de la Dirección Nacional de Mitigación del Cambio Climático del Ministerio del Ambiente (MAE) (Parra, Mora, Garzón, & Espín, 2015).

Para establecer el análisis de reducción de emisiones por el desarrollo hidroeléctrico se tomó como base el año 2011 y un alcance al año 2042, donde se incluyen todos los proyectos del Plan Maestro de Electrificación 2014-2023; anexados los 8 proyectos emblemáticos entre ellos Coca Codo Sinclair y Sopladora<sup>5</sup>.

Los resultados de este análisis parten del hecho de que la mitigación de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), proviene de la no combustión de combustibles fósiles en las centrales térmicas. Para esto se recopila información sobre el consumo de combustible en las plantas térmicas, o la medición directa de los gases de escape de las máquinas generadoras, lo que permite tener los datos de emisiones reales en el sistema eléctrico nacional. La reducción procede de simular la operación del sistema sin las hidroeléctricas, cubriendo la demanda interna con el sistema existente más incrementos de capacidad térmica si se requiere y sin energía de interconexión (importación).

La reducción de emisiones GEI para los Proyectos Hidroeléctricos Coca Codo Sinclair y Sopladora fueron estimadas a 2017, con una generación media de 8.743 GWh/año y 2.770 GWh/año respectivamente, y un factor de planta publicado en el “Boletín Estadístico Anual” realizado por la Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL). Los resultados se presentan en la **Tabla No. 3**.

**Tabla No. 3: Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente por proyecto**

Proyecto	Emisiones CO <sub>2</sub> (millones de T al año)	Ahorro millones de dólares al año (consumo diésel importado)
Coca Codo Sinclair	3.45	600
Sopladora	1.09	280

Fuente: MAE, 2016

Elaboración: MEER, 2016

Como conclusión se puede observar que la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> proviene de evitar la quema de combustibles fósiles para la generación de energía, lo que causa además un ahorro de combustible y ahorro de millones de dólares por diésel importado. Sin embargo, la estimación está hecha bajo la concepción de que el proyecto Coca Codo Sinclair generará 8.743 GWh/año, lo que debería ser corroborado una vez que se encuentren en, por lo menos, un año de operación comercial y un escenario hidrológico promedio considerando que los proyectos hidroeléctricos tienen tres etapas: pruebas

<sup>5</sup> Los ocho proyectos emblemáticos del sector hidroeléctrico son: i) Coca Codo Sinclair; ii) Delsi Tanisagua; iii) Manduriacu; iv) Mazar Dudas; v) Minas San Francisco; vi) Quijos; vii) Paute-Sopladora; y, viii) Toachi Pilatón.

técnicas, operación experimental y operación comercial. De igual manera, se estima que el proyecto Sopladora generará 2.770 GWh/año.

### 5.3. Aporte de los proyectos hidroeléctricos Coca Sinclair y Sopladora con el inicio del período de pruebas y operación experimental

En lo referente al aporte de los Proyectos Hidroeléctricos Coca Codo Sinclair y Sopladora a partir del inicio del periodo de pruebas y el inicio de operación experimental, conforme se detalla en la **Tabla No. 4**, se analizará el aporte energético de los proyectos al SNI, la cantidad de energía importada que se desplazará, y el incremento en la capacidad exportable.

**Tabla No. 4: Detalle de las fechas de inicio del periodo de pruebas y operación comercial de los Proyectos Hidroeléctricos Coca Codo Sinclair y Sopladora**

Proyecto Hidroeléctrico	Período de Pruebas de Generación	Operación Experimental
Coca Codo Sinclair	- 05 de marzo de 2016.	- Unidades 1 - 4 el 25 de mayo de 2016. - Unidades 5 - 8 el 20 de noviembre de 2016.
Sopladora	- 01 de mayo de 2016.	- Unidades 1 y 3 el 22 de julio de 2016.

**Fuente y elaboración:** Dirección de Evaluación de Políticas Públicas - Senplades

#### 5.3.1 Aporte energético al Sistema Nacional Interconectado

La producción energética de las centrales hidroeléctricas se establece en función de la demanda interna generada diariamente en el país. Además, la generación hidroeléctrica se encuentra condicionada a la disponibilidad de recursos hídricos, diferenciando las épocas de estiaje y lluviosa; aspecto que ha sido corroborado por los actores clave entrevistados. En este sentido, la producción de energía se encuentra también en función de aspectos exógenos al desempeño de las centrales hidroeléctricas, como el caudal registrado en cada uno de los ríos aportantes.

La etapa de operación experimental de la central hidroeléctrica Coca Codo Sinclair comenzó en el mes de marzo de 2016, generando un total de energía neta de 3,9 GW/h dentro del SNI. Para el mes de diciembre de 2016 su generación neta de energía eléctrica aumentó a 458,5 GW/h. Durante la etapa analizada la central hidroeléctrica Coca Codo Sinclair tuvo un promedio de generación de energía neta de 302,5 GW/h.

La etapa de operación experimental de la central hidroeléctrica Sopladora inició en el mes de agosto de 2016, generando un total de energía neta de 44,7 GWh dentro del SNI. Para el mes de diciembre de 2016 su generación neta de energía eléctrica aumentó a 101,6

GWh. Durante la etapa analizada la central hidroeléctrica Sopladora tuvo un promedio de generación de energía neta de 118,6 GWh.

Por otro lado, para continuar con el análisis de aporte de energía de Coca Codo Sinclair y Sopladora al SNI, en la **Tabla No. 5** se muestra la producción total de energía hidroeléctrica dentro del SNI en 2016, desagregada por las centrales hidroeléctricas más representativas y su aporte.

Como se puede observar, en términos anuales la central hidroeléctrica Coca Codo Sinclair generó un total de 2.971.628,53 MW/h, mientras que la central hidroeléctrica Sopladora generó un total de 949.145,03 MW/h. Esto representó el 12,9% y 4%, respectivamente, del total de energía hidroeléctrica generada en el SNI durante el año 2016.

**Tabla No. 5: Aporte al SNI según tipo de generación eléctrica - 2016**

Tipo Generación	Centrales	Energía Neta SNI 2016 (MW/h)	% Participación	% Participación por Tipo
Hidráulica	Coca Codo	2.971.628,53	12,9%	67,8%
	Paute	5.148.577,98	22,4%	
	Mazar	753.890,16	3,3%	
	Sopladora	949.145,03	4,1%	
	Agoyán	998.804,02	4,3%	
	San Francisco	1.143.192,13	5,0%	
	Marcel Laniado	1.084.675,11	4,7%	
	Otros	2.527.709,55	11,0%	
Térmica	Residuo	2.809.124,91	12,2%	30,0%
	Fuel	1.736.277,95	7,6%	
	Diesel	902.127,75	3,9%	
	Gas	1.439.331,27	6,3%	
No convencional	No convencional	418.145,58	1,8%	1,8%
Importación	Perú	37.745,41	0,2%	0,36%
	Colombia	43.915,64	0,2%	
<b>TOTAL</b>		<b>22.964.291,04</b>		

**Fuente:** Publicación CENACE-SIMEM - Liquidaciones Mensuales de transacciones

**Elaboración:** Dirección de Evaluación de Políticas Públicas

Cabe añadir que el SNI no se abastece solamente de energía hidroeléctrica, sino que también se provee de energía termoeléctrica, no convencional (eólica, solar, entre otros) e interconexión eléctrica con los países vecinos. Esta composición disminuye el riesgo de depender únicamente de una fuente de energía, compensando los requerimientos energéticos del país en caso de que alguna fuente tenga complicaciones para la



generación eléctrica, así como garantizar las condiciones de calidad, confiabilidad y seguridad del sistema.

Para analizar el efecto que han tenido las hidroeléctricas Coca Codo Sinclair y Sopladora respecto al aporte energético que han generado al SNI, desde que comenzó su etapa de operación experimental en marzo y mayo de 2016 respectivamente, se comparará el cambio del aporte hidroeléctrico dentro del SNI entre el año 2015 y el año 2016.

Dentro del SNI, la energía hidroeléctrica fue la más representativa del año 2015, con una proporción del 57,49%, seguido de la energía termoeléctrica con 38,60%. Bastante alejado, de forma incipiente, se encuentra la interconexión (energía importada) con 2,26% y la energía no convencional con 1,64%.

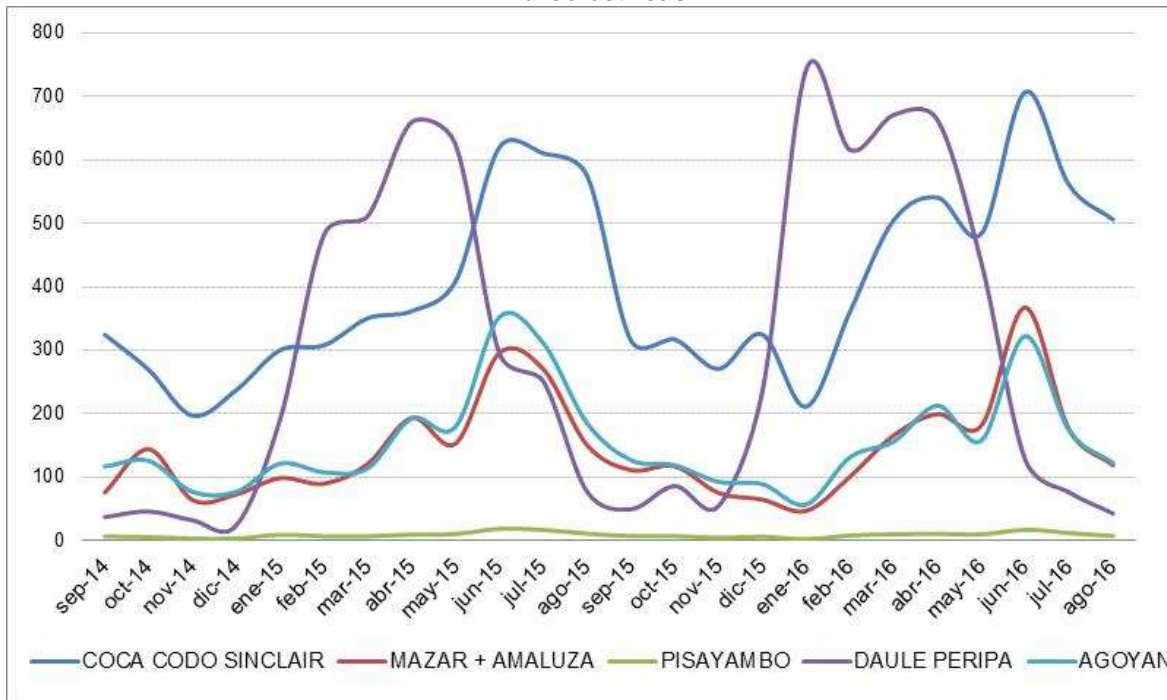
Al igual que en 2015, para 2016 la energía hidroeléctrica fue la más representativa dentro del SNI, con una proporción de 67,83%, seguido de la energía termoeléctrica con 29,99%. Por otra parte, se mantiene la composición del año 2015 y de forma incipiente se encuentra la energía no convencional con 1,82%, y la interconexión (energía importada) con 0,36%.

Comparando los resultados de 2015 con 2016, se evidencia que dentro del SNI se incrementó la representación de la energía hidroeléctrica en 10,34%, al mismo tiempo que se redujo la representación de energía termoeléctrica en 8,61%. De esta manera, se refleja principalmente el aporte de la generación de las nuevas Centrales Coca Codo Sinclair y Sopladora durante su etapa de operación experimental, lo que potenció la generación hidroeléctrica desplazando la participación de la generación termoeléctrica dentro del SNI; así como también, propició la disminución de energía importada en 1,9%.

Adicionalmente, a continuación se presenta la tendencia de los caudales de los ríos aportantes a las centrales hidroeléctricas Coca Codo Sinclair, Mazar Paute, Sopladora, Pisayambo y Agoyán. En cambio en la cuenca occidental que alimenta a las Centrales Marcel Laniado y Baba (Embalse Daule Peripa), el periodo lluvioso se presenta de diciembre a mayo y el seco de junio a noviembre.



**Gráfico No. 1: Tendencia de los caudales de los ríos aportantes a las centrales hidroeléctricas**



**Fuente:** Publicación CENACE-SIMEM - Liquidaciones Mensuales de transacciones

**Elaboración:** Dirección de Evaluación de Políticas Públicas – Senplades

En el **Gráfico No. 1**, se desprende que la oferta de energía eléctrica no puede depender de una única fuente entendiendo el alto riesgo que ello representa. Además de que todas las hidroeléctricas, exceptuando las Centrales Marcel Laniado y Baba, se encuentran en la misma cuenca hidrográfica, y ante una disminución en los caudales correspondientes a dicha cuenca, gran parte de la generación de energía hidráulica se vería afectada. De igual manera, a pesar de que la generación de energía térmica es menos limpia y más costosa, la misma permite mantener una reserva de respuesta rápida así como controlar las condiciones de calidad, confiabilidad y seguridad del sistema. Finalmente, la necesidad de reserva de energía es otro punto importante, pues es fundamental en los momentos de fallas y mantenimiento de las centrales hidroeléctricas.

### 5.3.2 Cantidad de energía importada

Históricamente en Ecuador la estructura de energía eléctrica dentro del SNI se ha compuesto de generación hidroeléctrica, termoeléctrica, no convencional (eólica, solar, entre otras) e interconexión (exportaciones e importaciones especialmente con Colombia).

Actualmente, existe normativa generada en la Comunidad Andina de Naciones (CAN) para regular el marco de la compra y venta de energía eléctrica entre los países de la región. En este sentido, el Ecuador puede realizar transacciones de corto plazo con Colombia y contratos bilaterales con Perú.

La interconexión por concepto de importación con Colombia y Perú para 2015 representó el 2.26% del total generado en el SNI, mientras que para el año 2016 representó el 0,36% del total generado en el SNI (CENACE, 2016). Comparando el año 2016 con 2015, se evidencia que en Ecuador existió una reducción de la participación de la importación de electricidad dentro del SNI (se redujo en 1,90%). En este sentido, se considera que se debe en parte a la entrada en operación experimental de las hidroeléctricas Coca Codo Sinclair y Sopladora, en marzo y mayo de 2016 respectivamente.

Con la finalidad de analizar el posible efecto que ha tenido la entrada en operación experimental de las hidroeléctricas Coca Codo Sinclair y Sopladora sobre la interconexión por concepto de importación, se presenta la cantidad de energía eléctrica importada por el Ecuador en 2015 y 2016 para su contraste.

En 2015 Ecuador importó un total de 511.814,85 MWh de energía eléctrica, de lo cual el 89,86% fue importado desde Colombia (459.891,68 MWh) y el 10,14% desde Perú (51.923,17 MWh). Para 2016, Ecuador importó un total de 81.659,41 MWh de energía eléctrica, comportamiento que se explica nuevamente por el costo de oportunidad. Se observa una participación más homogénea de ambos países; 43.915,64 MWh (53,78%) fueron importados desde Colombia y 37.743,77 MWh (46,22) desde Perú.

Comparando la importación de energía eléctrica entre 2016 y 2015, se evidencia que existió una reducción de 430.155,45 MWh lo que representa una reducción del 84%. Gran parte de esta reducción se debe a la entrada en operación experimental de las hidroeléctricas Coca Codo Sinclair y Sopladora, y se prevé que cuando dichas hidroeléctricas entren en su etapa de operación comercial, Ecuador prácticamente ya no va a requerir de importaciones de energía eléctrica; excepto en casos esporádicos como sequías u otros tipos de problemas que afecten al sector hidroeléctrico.

Finalmente, es preciso considerar que el porcentaje de interconexión dependerá del mercado, es decir, si es económicamente factible beneficiosa la importación frente a la generación de energía en el país. Es así que el aumento o reducción de la interconexión no se encuentra asociado únicamente a la operación de los nuevos proyectos hidroeléctricos, sino más bien a las condiciones del mercado.

### **5.3.3 Cantidad de energía exportada**

Con la finalidad de analizar la variación en la cantidad de energía exportada en el periodo de operación experimental de las centrales hidroeléctricas Coca Codo Sinclair y Sopladora, se considera importante puntualizar que el objetivo de dichas centrales, en primera instancia, es satisfacer la demanda interna del país. De esta manera, la viabilidad de vender energía eléctrica a países vecinos viene dada en primer lugar por la capacidad del país de abastecer la demanda interna y optimizar la distribución de la misma, y después de esto se considera la capacidad exportable del país.

Asimismo, la posibilidad de vender energía eléctrica a países vecinos es circunstancial ya que depende de los requerimientos energéticos que tengan dichos países. Además, este aspecto se encuentra condicionado a la disponibilidad de recursos hídricos.

En 2015 el Ecuador exportó un total de 45.656,56 MW/h de energía eléctrica, siendo 45.193,04 MW/h exportados a Colombia, es decir el 98,98% y 463,52 MW/h a Perú. En 2016, Ecuador exportó un total de 400.936,03 MW/h de energía eléctrica, de lo cual el 94,35% (378.267,14 MW/h) fueron exportados a Colombia y 22.668,89 MW/h a Perú.

Es necesario considerar dentro del tema de exportaciones que por una parte, la oferta energética del Sistema Eléctrico Ecuatoriano debe abastecer el mercado interno, satisfaciendo la demanda del mercado nacional. Es decir, el crecimiento en la producción de energía hidráulica no tiene fines comerciales o de exportación, por tanto, el incremento en las exportaciones de energía es una externalidad positiva en el inicio de operaciones de las centrales Coca Codo Sinclair y Sopladora.

Comparando la exportación de energía eléctrica entre 2016 y 2015, se evidencia que existió un aumento de 355.279,47 MWh. Este aumento se debe, en parte, a la expansión de la capacidad de generación que tuvo el SNI con la entrada en operación experimental de las hidroeléctricas Coca Codo Sinclair y Sopladora, y se estima que cuando dichas hidroeléctricas se encuentren en un periodo prolongado de operación comercial, el Ecuador contará con una amplia capacidad para exportar energía a Colombia y Perú, especialmente en la época lluviosa.

#### **5.4. Desarrollo territorial**

La ejecución de los proyectos hidroeléctricos ha sido de manera integral, por lo que dentro de su planificación consideran el “Desarrollo Territorial”, que consiste en realizar inversiones de aspecto social y ambiental en las comunidades aledañas a las zonas donde se construirán los proyectos, con la finalidad de promover el desarrollo socioeconómico de las personas que habitan en dichas comunidades.

##### **Coca Codo Sinclair:**

A continuación se presenta el análisis del desarrollo territorial concerniente al Proyecto Coca Codo Sinclair. Para su desarrollo se utilizó información del documento “Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair 02-07-2012” y del levantamiento cualitativo de información efectuado sobre actores clave.

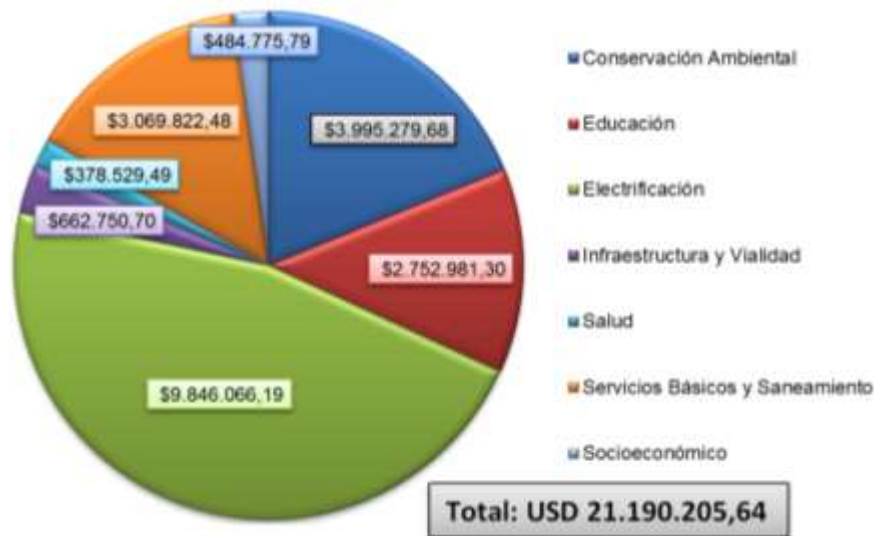
De acuerdo a la información levantada se obtuvo que, dentro de los programas y proyectos de contratación de mano de obra local calificada y no calificada y mejoramiento de la infraestructura eléctrica en la zona de influencia del proyecto, se cumplieron los

objetivos definidos. Por el contrario, en la generación de acciones orientadas al desarrollo integral de la zona de influencia del proyecto, implementadas desde la gestión pública, existieron algunos inconvenientes para la ejecución de las actividades planificadas.

Es importante recalcar que la inversión en Desarrollo Territorial, constituye un valor agregado dentro del proyecto puesto que se concibió en primera instancia la pertinencia de que el proyecto además de la contribución que le era inherente, provoque un impacto en términos de desarrollo del entorno. A pesar de que por el tema de restricción presupuestaria no se ejecutó el monto que se planificó.

Conforme a la información de la Corporación Eléctrica del Ecuador referente a la inversión en proyectos de desarrollo territorial, se obtiene, como se muestra en el **Gráfico No. 2**, que de acuerdo a los montos destinados a los ejes dentro de desarrollo territorial, el rubro más importante es electrificación alcanzando el 46,5% del total. Conservación ambiental constituye el segundo rubro más alto representando el 18,9% del total y ubicándose cerca de los USDM 4.

**Gráfico No. 2: Porcentaje y monto ejecutado en los ejes de los proyectos de desarrollo territorial Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair**



**Fuente:** CELEC, 2016

**Elaboración:** Dirección de Evaluación de Políticas Públicas - Senplades

Los ejes a los que se les ha otorgado menos importancia en términos de los montos invertidos son Infraestructura y Viabilidad (3,1%), Socioeconómico (2,3%) y Salud (1,8%).

Adicionalmente, considerando el monto que efectivamente se gastó, es importante que las instituciones rectoras realicen los procesos de seguimiento correspondientes a las obras realizadas en los seis ejes. De esta manera, las instituciones encargadas del control y seguimiento de los montos invertidos son: en conservación ambiental, los GAD en los que

se invirtió, el Ministerio de Educación en el eje de educación, la Empresa Eléctrica Quito en los proyectos de electrificación, los GAD en los que se realizaron obras de infraestructura y vialidad, en los proyectos de salud, el Ministerio de Salud Pública, en el eje de servicios básicos y saneamiento los GAD en los que se realizó la inversión y en el eje socioeconómico los GAD y comunidades correspondientes, y el INIAP.

### **Sopladora:**

En el presente inciso se presenta el resumen de los programas y proyectos llevados a cabo dentro del componente “Desarrollo Territorial” del Proyecto Sopladora, así como el respectivo análisis en cuanto a su cumplimiento. La contrastación se realizó con información otorgada por la Corporación Eléctrica del Ecuador (Informe Ejecutivo dic – 2015), y con la información recolectada en el levantamiento cualitativo a actores clave.

De acuerdo a la información levantada, se determinó que dentro de los programas y proyectos referentes a la difusión y promoción del proyecto, la implementación de sistemas de agua potable, alcantarillado, aulas y baterías sanitarias y la crianza y manejo de ganado bovino y fortalecimiento institucional, se cumplió con la totalidad de los objetivos propuestos.

**Gráfico No. 3: Porcentaje y monto ejecutado en los ejes de los proyectos de desarrollo territorial Proyecto Hidroeléctrico Sopladora**



**Fuente:** CELEC, 2016

**Elaboración:** Dirección de Evaluación de Políticas Públicas - Senplades

Dadas las consideraciones realizadas en el análisis de la inversión en Desarrollo Territorial de la Central Hidroeléctrica Coca Codo Sinclair, se puede observar en el **Gráfico No. 3** que el monto ejecutado más representativo dentro de los proyectos de

desarrollo territorial de la Central Hidroeléctrica Sopladora, es el destinado a Servicios Básicos y Saneamiento cubriendo el 54,9% del total; en conjunto con los ejes de Infraestructura y Viabilidad, Socioeconómico y Educación, representan el 98,1% del gasto en desarrollo territorial. Conservación Ambiental y Salud representan apenas el 1,5% y 0,4% respectivamente. Adicionalmente, se ha invertido por concepto de construcción y mejoramiento de vías un monto que asciende a USD 137'280.324.01, las cuales son:

- Sevilla de Oro - San Pablo
- San Pablo - Quebrada Guayaquil
- Guarumales – Méndez

## 6. Conclusiones y recomendaciones

En la presente sección se muestran las principales conclusiones derivadas del ejercicio de evaluación de los Proyectos Hidroeléctricos Coca Codo Sinclair y Sopladora, basados principalmente en los ejes de evaluación propuestos y de relevancia en la evaluación. A continuación el detalle:

### **Eje proceso de construcción Coca Codo Sinclair (CCS)**

**CONCLUSIÓN 1:** CCS registró una variación de 16,1% en el plazo de entrega del proyecto (Fase II recepción provisional) debido a que existió un retraso de 10,6 meses en la culminación del proyecto causado principalmente por el atascamiento de las dos tuneladoras, la reubicación de la tubería de presión No 2 y la demora de los pagos al contratista en 2016; no obstante, la capacidad instalada y de generación final de la hidroeléctrica cumplió con lo estipulado contractualmente.

**CONCLUSIÓN 2:** CCS registró un aumento del 7,09% del valor final del contrato EPC, debido principalmente a la no suscripción del convenio de doble tributación entre Ecuador y China, lo que generó un incremento en el impuesto a la renta. Esto evidencia que en su mayoría los cambios fueron de carácter impositivo, afectando los Impuesto de Salida de Divisas, Impuesto a la Renta (convenio de doble imposición con CHINA) y Costos e Impuestos relacionados con las Importaciones; sin embargo, debido a la modalidad del contrato EPC estos en su mayoría fueron solventados y asumidos por el constructor donde únicamente los temas legales y tributarios fueron asumidos por el contratante y retornaron al Estado.

### **Eje proceso de construcción Sopladora**

**CONCLUSIÓN 3:** Sopladora registró una variación del 34,8% en el plazo de entrega del proyecto debido a tiempo adicional requerido por el proceso constructivo de la interconexión, optimización y mejora del equipo electromecánico lo que permitió cumplir con el objetivo definido para la capacidad instalada y la generación eléctrica.



**CONCLUSIÓN 4:** Sopladora registró una disminución del 3,28% del monto final ejecutado del contrato frente al contrato principal contratado; no obstante los contratos complementarios 1 y 2 sufrieron aumentos frente a lo inicialmente contratado dado que no existe una variación en el monto total con respecto al monto inicial y este aún se encuentra sujeto a liquidación económica; sin embargo, estos cambios realizados permitieron solventar y asegurar la capacidad instalada y de generación de la hidroeléctrica planificada. Adicionalmente, cabe indicar que los proyectos se encuentran en liquidación y por tanto los valores expuestos pueden variar.

**RECOMENDACIÓN 1:** En proyectos de esta naturaleza se debería considerar dentro del proceso contractual, los posibles cambios de los que puede ser sujeto el proyecto a fin de conseguir estabilidad jurídica y tributaria en el proceso de ejecución de los mismos, de tal manera que las variables que pudiesen afectar el tiempo de ejecución o el monto del contrato disminuyen.

**RECOMENDACIÓN 2:** La fiscalización debe ser fortalecida y asumir un rol más activo dentro del proceso de construcción dado que son los representantes de la contratante en campo. En este sentido, se recomienda que la fiscalización brinde un monitoreo permanente de las actividades que realiza la constructora para repotenciar la capacidad de la gestión, generar alertas inmediatas (en caso de existir) y mejorar la ejecución de los proyectos desde el sitio de construcción.

### **Eje beneficios ambientales**

**CONCLUSIÓN 5:** Para 2015, la producción de energía en el SNI fue de 22.596,74 GW/h compuesto por un 57,49% de generación hidroeléctrica y 38,60% de generación termoeléctrica. En 2016, la producción de energía fue de 22.964,29 GW/h compuesto por un 67,83% de generación hidroeléctrica y 29,99% de generación termoeléctrica, lo que representa un porcentaje de energía térmica desplazada del 8,61%, lo que indica que existe una disminución de la participación de la generación de energía termoeléctrica dentro del SNI en 2016 respecto de 2015, considerando incluso que en 2016 existió un escenario hidrológico más seco.

**RECOMENDACIÓN 3:** Considerando los períodos de pruebas, operación experimental y operación comercial, se estima que la generación hidroeléctrica potencialmente aumentaría su participación lo que implicaría que los valores referenciales calculados serían ajustados. En este contexto, se recomienda que el MEER y Senplades actualicen estas cifras una vez que CCS y Sopladora al menos cuenten con 1 año de operación comercial, es decir, en 2018.

**CONCLUSIÓN 6:** CCS tiene estimado una reducción de 3,45 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> al año como resultado del ahorro de consumo de combustibles proveniente de barriles de crudo, fuel oil y diesel lo que representó un ahorro de USD 600 millones al año. Por su parte, Sopladora contempla una reducción de 1,09 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>

al año como resultado del ahorro de consumo de combustibles que significó un ahorro de USD 280 millones al año.

**RECOMENDACIÓN 4:** El Ministerio del Ambiente (MAE) deberá considerar los nuevos valores de mercado referenciales para los barriles de crudo, fuel oil y diesel, sumada a la demanda efectiva de energía eléctrica del SNI para actualizar las estimaciones y cálculos reales de reducción de emisiones de toneladas CO<sub>2</sub> al año una vez que CCS y Sopladora al menos cuenten con 1 año de operación comercial, es decir, en 2018.

### **Eje aporte energético al SNI**

**CONCLUSIÓN 5:** Como referencia y considerando la información de operación experimental durante 2016, se tiene que la central hidroeléctrica Coca Codo Sinclair generó un total de 2.971.628,53 MW/h, mientras que la central hidroeléctrica Sopladora generó un total de 949.145,03 MW/h. Esto representó el 12,9% y 4%, respectivamente, del total de energía hidroeléctrica generada en el SNI; no obstante, dentro de la meta planificada se tiene previsto que Coca Codo Sinclair alcance el 30% y Sopladora el 13%, valores que se espera obtener una vez se cuente con la operación comercial prevista para 2017 y con condiciones hidrológicas favorables.

**RECOMENDACIÓN 5:** El MEER o CENACE deberán continuar con la generación de reportes permanentes a partir de 2017 donde se publique el aporte al Sistema Nacional Interconectado y el progresivo avance hacia la meta planificada de las hidroeléctricas CCS y Sopladora.

**CONCLUSIÓN 6:** La energía hidroeléctrica producida en Ecuador no depende únicamente de la capacidad instalada y de generación que mantengan la hidroeléctricas sino de factores exógenos generados principalmente por los caudales de los ríos aportantes a las centrales hidroeléctricas Coca Codo Sinclair y Sopladora. Se tiene que entre Abril a septiembre se registran los meses de mayor caudal, mientras entre octubre a marzo se registran los menores caudales. Esto es un factor fundamental ya que todas las hidroeléctricas, exceptuando el embalse Daule Peripa, se encuentran en la misma cuenca hidrográfica, y ante una disminución en los caudales correspondientes a dicha cuenca, gran parte de la generación de energía hidráulica se vería afectada.

**RECOMENDACIÓN 7:** Continuar con los esfuerzos para mantener reservas en el embalse sumado a una reserva de energía térmica a fin de reducir los riesgos en época de estiaje o ante imprevistos en la generación de las distintas fuentes, para asegurar el abastecimiento de la demanda de energía, que actualmente lo realiza el CENACE.

**CONCLUSIÓN 7:** Generalmente la balanza comercial eléctrica ha sido negativa para el Ecuador, es decir que el país ha tendido a importar más energía eléctrica de lo que ha podido exportar. La interconexión por concepto de importación con Colombia y Perú para 2015 representó el 2,26% del total generado en el SNI, mientras que para 2016



representó el 0,36%. Comparando 2016 con 2015, se evidencia que en Ecuador existió una reducción de la participación de la interconexión (importación de electricidad) dentro del SNI (se redujo en 1,90%), como resultado en gran parte por la entrada en operación experimental de las hidroeléctricas Coca Codo Sinclair y Sopladora. Es necesario resaltar también que las importaciones dependen del costo oportunidad, por lo que su participación no es un factor necesariamente negativo.

**CONCLUSIÓN 8:** Dentro del tema de las exportaciones, considerado como un beneficio adicional por el inicio de operación de las centrales, cabe indicar que las transacciones comerciales de energía eléctrica dependen de dos factores, uno relacionado con los precios que están sujetos a las dinámicas del mercado, y dos ligado a la demanda del país de destino. En este contexto, el incremento en la capacidad exportable del Ecuador no necesariamente asegura que su totalidad pueda ser exportada; no obstante, se tiene resultados positivos en este aspecto con la entrada en operación experimental de las hidroeléctricas Coca Codo Sinclair y Sopladora ya que comparando la exportación de energía eléctrica entre 2016 y 2015 y considerando los escenarios hidrológicos en los dos años, se evidencia que existió un aumento de 355.279,47 MW/h.

**RECOMENDACIÓN 8:** Propiciar espacios y participar en foros regionales con el fin de generar nuevas discusiones de cooperación en el ámbito del sector eléctrico, que posteriormente permita forjar nuevos compromisos (que incluya al sector privado) para la construcción de mayor infraestructura de interconexión en la región. Sólo si se cumple con estos prerrequisitos, se deberá propiciar la firma de nuevos acuerdos comerciales con países que actualmente no mantienen vínculos y no pertenecen a la Comunidad Andina de Naciones.

### **Desarrollo Territorial**

**CONCLUSIÓN 8:** La inversión en Desarrollo Territorial, constituye un valor agregado dentro de la construcción de CCS y Sopladora ya que se concibió en su construcción provoque un impacto en términos de desarrollo del entorno. En CCS se invirtió aproximadamente USD 21,2 millones destinados principalmente a electrificación, educación y conservación ambiental. En Sopladora existió una inversión aproximada de USD 2,5 millones destinado principalmente a servicio básicos, vías y saneamiento.

**RECOMENDACIÓN 8:** Se recomienda que el MEER continúe promoviendo espacios de coordinación con los Gobiernos Autónomos Descentralizados, Ministerio de Obras Públicas, Ministerio de Educación, Ministerio de Salud, Ministerio del Ambiente, entre otros para poner en conocimiento la inversión en Desarrollo Territorial realizada por CCS y Sopladora. Estos espacios de coordinación servirán para que los entes responsables en los diferentes ámbitos antes mencionados, puedan asumir las competencias acorde a las obras realizadas y posteriormente realicen un adecuado mantenimiento y utilización.

**CONCLUSIÓN 9:** En 2015, durante el pico de ejecución de CCS se mantenían contratadas 7.739 personas que incluyen las opciones de empleo generadas por el contratista, fiscalización y administración del proyecto, 6.086 personas eran mano de obra nacional (local y nacional) y 1.653 personas conformaban la mano de obra extranjera. Del total, el 44,7% corresponde a mano de calificada y dentro de lo cual el 51,9% corresponde a mano de obra extranjera y el 48,1% restante a mano de obra local y nacional. En contraste, dentro de la mano de obra no calificada, el 68,2% es local, el 31,8% es nacional y no existe contratación de mano de obra no calificada extranjera.

**RECOMENDACIÓN 9:** Para futuros proyectos de CELEC en el ámbito hidroeléctrico, se deberán analizar las potenciales externalidades, especialmente en el ámbito laboral (disminución de demanda laboral y cambio en la composición). En este sentido, se deberán propiciar y coordinar esfuerzos con el Ministerio del Trabajo para generar actividades productivas en la zona de influencia que absorba el exceso de oferta laboral una vez finalizadas o culminadas las etapas de construcción que requieren mano de obra no calificada.

## 7. Bibliografía

Asociación Acotecnic - Consultoría Técnica. (2011). *Informe Económico (Cap. 16)*. Guayaquil.

Asociación Acotecnic- Consultoría Técnica. (2011). *Sistema de control semiautomático (Cap. 18)*. Guayaquil.

Cepal. (Julio de 2005). *Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas*. Obtenido de Publicaciones : <http://www.cepal.org/es/publicaciones/5607-metodologia-del-marco-logico-para-la-planificacion-el-seguimiento-y-la-evaluacion>

Coca Codo Sinclair EP. (s.f.). *Justificativo de la Actualización del Plan de Negocio del Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair 1500 MW*. Quito.

Corporación Eléctrica de Ecuador. (2010). *Proyecto Hidroeléctrico Paute Sopladora*. Quito.

Corporación Eléctrica del Ecuador. (2012). *Proyecto de Generación Hidroeléctrica con Capacidad Total de 1500 MW de Potencia*. Quito.

MEER. (2016). *El Sector Eléctrico Ecuatoriano 2007-2016*. Quito: Ministerio de Electricidad y Energías Renovables.

MEER. (2016). *Energía Producida Neta S.N.I. 2016*. Quito: Ministerio de Electricidad y Energías Renovables.

- MEER. (2016). *Información para Evaluación de las Hidroeléctricas*. Ministerio de Electricidad y Energías Renovables. Quito: Ministerio de Electricidad y Energías Renovables.
- MICSE. (2012). *Proyecto de Generación Hidroeléctrica con Capacidad Total de 1500 MW de Potencia*. Quito: Ministerio Coordinador de los Sectores Estratégicos.
- MICSE. (2015). *Balance Energético Nacional*. Quito: Ministerio Coordinador de los Sectores Estratégicos.
- Ministerio Coordinador de los Sectores Estratégicos. (2016). *Una Visión Integral del Sector Energético Ecuatoriano al 2040*. Quito: Ministerio Coordinador de los Sectores Estratégicos.
- Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (2010). *Proyecto Hidroeléctrico Paute Sopladora*. Quito: Ministerio de Electricidad y Energía Renovable.
- Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (04 de 07 de 2016). Revisión de la Propuesta Metodológica de Evaluación de las Hidroeléctricas Coca Codo Sinclair y Sopladora. Quito.
- Parra, C., Mora, J., Garzón, I., & Espín, A. (10 de Marzo de 2015). *Definición del Potencial de Reducción de Emisiones de Gases Efecto Invernadero en Ecuador en el Sector Energía*. Dirección Nacional de Mitigación del Cambio Climático, Proyecto para el Fortalecimiento para las Capacidades de la Mitigación. Quito: Ministerio del Ambiente.
- Sistema Nacional de Evaluación de Gestión y Resultados. (2013). *Guía Metodológica para el Seguimiento y la Evaluación a Políticas Públicas*. Bogotá.