

La hidroeléctrica Coca Codo Sinclair (Ecuador): Una acción antrópica problemática

Guido Smith Cevallo

Universidad de Extremadura (España)

Julián Mora Aliseda

Departamento de Arte y Ciencias del Territorio, Universidad de Extremadura (España)  

José Castro Serrano

Departamento de Arte y Ciencias del Territorio, Universidad de Extremadura (España)  

Jacinto Garrido Velarde

Departamento de Didáctica de las Ciencias Sociales, Lengua y Literatura. Universidad de Extremadura (España)  

<https://dx.doi.org/10.5209/obmd.106449>

Recibido: 11 de febrero del 2025 / Enviado a evaluar: 20 de febrero del 2025

/ Aceptado: 5 de diciembre del 2025

Resumen: El artículo aborda la hipótesis de que la Central Hidroeléctrica Coca Codo Sinclair, de 1.500 MW no es la víctima, sino la causa principal de la crisis de erosión regresiva acelerada en el río Coca tras el colapso de la Cascada San Rafael (2020). Empleando una metodología de evaluación documental estratégica de informes de la Contraloría General del Estado (CGE) y registros de ingeniería, el estudio demuestra que el proyecto obvió en buena medida el Principio de Precaución y el Principio de Legalidad Ambiental (PLGA). Los resultados revelan fallos sistemáticos: la presa generó una condición de "agua hambrienta" al retener sedimentos, y se documentaron miles de fisuras y un incumplimiento desigual de las medidas de mitigación. Esta disfunción técnica y la gobernanza disfuncional externalizaron el riesgo, traduciéndose en una crisis socioeconómica asimétrica en el Cantón El Chaco, donde la erosión destruyó buena parte de la base productiva agrícola, económica y del sector turístico, socavando la resiliencia territorial.

Palabras clave: Embalse; Erosión; Coca Codo Sinclair; Resiliencia Territorial; Cantón El Chaco.

ENG The Coca Codo Sinclair hydroelectric plant (Ecuador): A problematic anthropogenic action

ENG Abstract: The article addresses the hypothesis that the Coca Codo Sinclair hydroelectric power plant (1500 MW) is not the victim, but rather the main cause of the accelerated regressive erosion crisis in the Coca River following the collapse of the San Rafael waterfall (2020). Using a strategic methodology of documentary evaluation of reports from the Comptroller General of the Republic (CGE) and engineering records, the study demonstrates that the project largely ignored the precautionary principle and the principle of environmental legality (PLGA). The results reveal systemic failures: the dam created a condition of "hungry water" by retaining sediments, and thousands of fissures and uneven compliance with mitigation measures were

documented. This technical dysfunction and dysfunctional governance externalized the risk, resulting in an asymmetric socioeconomic crisis in the canton of El Chaco, where erosion destroyed a significant part of the agricultural production base and the tourism sector, undermining territorial resilience.

Keywords: Reservoir; Erosion; Coca Codo Sinclair; Territorial Resilience; El Chaco Canton.

FR La centrale hydroélectrique Coca Codo Sinclair (Équateur): une action anthropique problématique

FR Résumé: Cet article examine l'hypothèse selon laquelle la centrale hydroélectrique de Coca Codo Sinclair (1 500 MW) n'est pas la victime, mais bien la cause principale de l'accélération de l'érosion régressive du fleuve Coca suite à l'effondrement de la cascade de San Rafael (2020). S'appuyant sur une méthodologie d'analyse documentaire stratégique des rapports du Contrôleur général de l'État (CGE) et des dossiers d'ingénierie, l'étude démontre que le projet a largement ignoré le principe de précaution et le principe de légalité environnementale (PLGA). Les résultats révèlent des défaillances systémiques : le barrage a créé une situation de « sécheresse hydrique » en retenant les sédiments, et des milliers de fissures ainsi qu'une application incohérente des mesures d'atténuation ont été constatées. Ce dysfonctionnement technique et cette gouvernance défaillante ont externalisé le risque, engendrant une crise socio-économique asymétrique dans le canton d'El Chaco, où l'érosion a détruit une part importante de la base productive des secteurs agricole, économique et touristique, compromettant la résilience du territoire.

Mots-clés: Réservoir; Érosion; Coca Codo Sinclair; résilience territoriale ; Canton du Chaco.

Sumario: 1. Introducción: De la Planificación Energética a la Crisis Territorial Sistémica. 1.1. Marco Teórico: Megaproyectos y Riesgos Ambientales. 1.2. Hipótesis de partida. 2. Metodología: Evaluación Documental Estratégica. 2.1. Diseño de investigación y Enfoque. 2.2. Protocolo de recolección y criterios de selección. 2.3. Fuentes de Evidencia Analizadas. 3. Resultados: Evidencia de la Ejecución y sus Consecuencias. 3.1. Cronología del proyecto y fases de construcción. 3.2. Alteración Física y la Génesis del “Agua Hambrienta”. 3.3. Incumplimientos Normativos y Vulnerabilidades Estructurales. 3.4. Cuantificación del Impacto Socioeconómico. 4. Conclusiones. 5. Bibliografía.

Cómo citar: Smith Cevallo, G., Mora Aliseda, J., Castro Serrano, J. y Garrido Velarde, J. (2025). “La hidroeléctrica Coca Codo Sinclair (Ecuador): Una acción antrópica problemática”. *Observatorio Medioambiental*, 28, 159-167.

1. Introducción: De la Planificación Energética a la Crisis Territorial Sistémica

El cambio de uso del suelo, la construcción de hidroeléctricas y la erosión regresiva son fenómenos de gran importancia en el ámbito de la sostenibilidad ambiental y el desarrollo territorial (FAO, 2024). Estos procesos no solo tienen implicaciones ecológicas significativas, sino también profundas repercusiones socioeconómicas (Metternicht, 2018). Estudiar estos fenómenos es esencial para entender cómo las actividades humanas y los proyectos de infraestructura a gran escala impactan el medio ambiente y las comunidades locales (Braimoh & Osaki, 2010). La relevancia de investigar estos temas radica en la necesidad de desarrollar estrategias para mitigar los efectos negativos y promover prácticas de gestión sostenible. En el contexto del Cantón El Chaco en Ecuador, estos temas adquieren una relevancia particular debido a la presencia de la hidroeléctrica Coca Codo Sinclair (CCS), uno de los proyectos de infraestructura más grandes del país, este proyecto ha transformado significativamente el uso del suelo y la dinámica fluvial del río Coca, desencadenando procesos de erosión regresiva que han afectado tanto al medio ambiente como a las comunidades locales (Terneus-Paez & Jiménez-Mendoza, 2019). La construcción de la hidroeléctrica ha generado impactos ambientales y sociales que requieren una evaluación detallada para desarrollar políticas y prácticas de gestión más sostenibles. La importancia de esta investigación se enmarca en la necesidad urgente de abordar los impactos ambientales y sociales de los proyectos hidroeléctricos y los cambios en el uso del suelo en el Cantón El Chaco.

El cambio de uso del suelo es un fenómeno ampliamente estudiado debido a sus impactos significativos en la biodiversidad, la estructura ecológica y los sistemas socioeconómicos (Braimoh & Osaki, 2010; Hardelin & Lankoski, 2018; Ríos-Touma et al., 2023; Sahagún-Sánchez & Reyes-Hernández, 2018). Los estudios sobre el cambio de uso del suelo abarcan múltiples enfoques, desde el análisis de los patrones de cambio demográfico locales y la dinámica territorial locales hasta la evaluación de los impactos ambientales resultantes de estos cambios locales (Braimoh & Osaki, 2010). Entre los estudios más relevantes, Turner et al. (1995), el mismo, se centra en los impactos ambientales del cambio de uso del suelo, destacando la degradación del suelo y la pérdida de biodiversidad como principales consecuencias. Turner y sus colegas argumentan que estos cambios alteran significativamente los ecosistemas naturales, afectando la estructura y función de los paisajes. Este estudio subraya la necesidad de políticas y prácticas sostenibles para mitigar los efectos negativos de los cambios en el uso del suelo. Lambin et al. (2001) en su investigación, subrayan la importancia de considerar los efectos a largo plazo del cambio de uso del suelo en la sostenibilidad ambiental. Este estudio destaca cómo las decisiones sobre el uso del suelo pueden tener repercusiones duraderas en la salud del medio ambiente y la resiliencia de los ecosistemas. Lambin y colaboradores enfatizan la complejidad y multifaceticidad del cambio de uso del suelo, abarcando aspectos ecológicos, sociales y económicos. Su trabajo resalta la necesidad de un enfoque interdisciplinario para comprender y gestionar los impactos del cambio de uso del suelo de manera efectiva. Asimismo, el informe del Millennium Ecosystem Assessment (MEA) (R. T. Watson et al., 2005) aborda el cómo las actividades humanas, como la agricultura, la urbanización y la deforestación, contribuyen a la degradación de los ecosistemas y la pérdida de hábitats naturales. El MEA enfatiza la necesidad de políticas y prácticas sostenibles para mitigar estos efectos negativos. Este informe destaca que la degradación de los ecosistemas no solo afecta la biodiversidad, sino también los servicios ecosistémicos cruciales para el bienestar humano, como la provisión de agua limpia y la regulación del clima. La integración de consideraciones ambientales en la planificación del uso del suelo es fundamental para lograr un desarrollo sostenible. El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático destaca el papel del cambio de uso del suelo en el cambio climático global (IPCC, 2023). Este informe remarca cómo las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de la deforestación y otros cambios en el uso del suelo están afectando los patrones climáticos y la biodiversidad a nivel mundial. El IPCC enfatiza la necesidad de acciones urgentes para reducir las emisiones y promover prácticas de uso del suelo que sean compatibles con la mitigación del cambio climático. La conexión entre el cambio de uso del suelo y el cambio climático resalta la importancia de abordar estos problemas de manera integrada. Estos estudios proporcionan una base sólida para comprender los impactos del cambio de uso del suelo en el medio ambiente. Sin embargo, también revelan la complejidad y multifaceticidad del tema, ya que involucra aspectos ecológicos, sociales y económicos. La revisión de esta literatura muestra un consenso sobre la necesidad de enfoques integrados y sostenibles para gestionar el uso del suelo y mitigar sus impactos negativos. Además, destaca la importancia de la investigación interdisciplinaria para abordar de manera efectiva los desafíos asociados con el cambio de uso del suelo y su impacto en el medio ambiente y las comunidades. Aunque hay una considerable cantidad de investigaciones sobre el cambio de uso del suelo, existen áreas que requieren mayor atención. Por ejemplo, hay una falta de estudios longitudinales que analicen los efectos a largo plazo de los cambios en el uso del suelo en regiones específicas como el Cantón El Chaco. Además, se necesita más investigación sobre las interacciones entre el cambio de uso del suelo y otros factores ambientales, como el cambio climático y la erosión del suelo. La presente investigación abordará estos vacíos mediante un análisis detallado y longitudinal de los impactos del cambio de uso del suelo en el Cantón El Chaco.

La construcción de hidroeléctricas, como la Coca Codo Sinclair, ha sido objeto de numerosos estudios debido a sus amplios impactos ambientales y socioeconómicos (López, 2008; Núñez Manzaba, 2021; Polanco, 2013). Estos proyectos de infraestructura tienen el potencial de transformar profundamente los paisajes y las comunidades locales. Cernea (1997) aborda los impactos sociales de la construcción de represas, enfocándose en la reubicación forzada de comunidades locales y los efectos negativos en las formas de vida y la cultura de las poblaciones afectadas. La Central Hidroeléctrica Coca Codo Sinclair (CCS), de 1.500 MW, fue concebida como el proyecto insignia del cambio de la matriz energética ecuatoriana. Su ubicación estratégica en la alta Amazonía andina, sin embargo, la situó en un entorno de vulnerabilidad geomorfológica extrema. La tesis central de esta investigación radica en la premisa de que la construcción y operación de esta mega-infraestructura no solo alteró el régimen hidrológico, sino que actuó como un catalizador sistémico de procesos de inestabilidad territorial previamente latentes. El colapso de la Cascada San Rafael en 2020 y la subsiguiente

erosión regresiva acelerada del río Coca no son fenómenos puramente naturales. Este estudio sostiene que son el resultado directo de la interacción entre la amenaza geológica y el forzante antrópico introducido por la presa de captación.

1.1. Marco Teórico: Megaproyectos y Riesgos Ambientales

El marco teórico se asienta en dos pilares fundamentales:

1. La Teoría del Impacto Acumulativo de las Mega-Infraestructuras: Sostiene que los proyectos de gran escala, especialmente en ecosistemas frágiles, generan impactos que son exponencialmente mayores y más complejos que la suma de sus partes. Las represas, en particular, imponen un cambio irreversible en la dinámica fluvial (Mora Aliseda, et al. 2018).

2. El Concepto de la "Alteración Hidrosedimentológica": La construcción de la presa de captación en la CCS interrumpe el flujo normal de sedimento. El agua liberada aguas abajo, al carecer de su carga sedimentaria natural, se convierte en "agua hambrienta". Esta condición incrementa su capacidad de erosión lateral y de fondo. Este proceso, exacerbado en un lecho fluvial vulnerable, es el mecanismo clave que explica la erosión regresiva (Carrasco Valdivieso, 2022).

1.2. Hipótesis de partida

El análisis documental tiene como objetivo validar la Hipótesis Específica por la cual las características constructivas, operativas y el grado de cumplimiento de las licencias del proyecto CCS son un factor determinante en la generación o agravamiento de los procesos de erosión regresiva en la cuenca del río Coca. Se pretende mostrar que las decisiones técnicas y de gestión del proyecto contravinieron el Principio de Precaución y el Principio de Legalidad Ambiental, exacerbando la vulnerabilidad del territorio.

2. Metodología: Evaluación Documental Estratégica

2.1. Diseño de investigación y Enfoque

El presente trabajo emplea un diseño de investigación no experimental, descriptivo-analítico, centrado en la evaluación documental estratégica como método de recopilación de datos primarios (registros) y secundarios (informes). Esta metodología es esencial para establecer la trazabilidad y la objetividad de la información técnica y de cumplimiento.

2.2. Protocolo de recolección y criterios de selección

La recolección de documentos para este trabajo siguió el protocolo previsto la "Guía para la Recolección y Análisis de Documentos Técnicos y Registros Oficiales" (MITECO, 2020) asegurando la sistematización de la información. Se aplicaron rigurosos criterios de selección:

1. Autoridad: Solo se consideraron documentos emanados de entidades oficiales (Contraloría General del Estado de Ecuador, Ministerios de Energía y Ambiente, entidades ejecutoras o fiscalizadoras con mandato legal).
2. Relevancia Técnica: Priorización de informes de ingeniería, auditorías de seguridad estructural y estudios hidrosedimentológicos.
3. Cronología: Documentos que cubren las fases de planificación (2008-2010), construcción (2010-2016) y operación inicial (2016-2019).

2.3. Fuentes de Evidencia Analizadas

La base empírica se constituyó por:

- ✓ Estudios de Impacto Ambiental (EIA) y su Adenda (EIAD): Utilizados para definir las obligaciones y compromisos iniciales del proyecto.
- ✓ Informes de la Contraloría General del Estado (CGE): Cruciales para documentar las observaciones sobre fisuras estructurales, incumplimientos contractuales y la calidad de la construcción. Estos informes actúan como la principal evidencia de la disfunción institucional.
- ✓ Registros de Licencias y Permisos: Utilizados para contrastar el deber ser normativo con el ser de la ejecución del proyecto.
- ✓ Reportes de Eventos Ambientales Críticos: Registros de episodios de inestabilidad fluvial o fallas

operacionales durante la construcción, que sirvieron como indicadores tempranos de la vulnerabilidad.

El análisis se centró en identificar las anomalías estructurales, las desviaciones de diseño y los incumplimientos de mitigación que pudieran haber contribuido directamente a la inestabilidad geomorfológica del río Coca.

3. Resultados: Evidencia de la Ejecución y sus Consecuencias

Los resultados de la evaluación documental revelaron que la ejecución de la CCS estuvo marcada por fallos sistémicos en la calidad de la obra y el cumplimiento normativo, factores que prepararon la cuenca para la crisis de erosión posterior.

3.1. Cronología del proyecto y fases de construcción

El desarrollo del Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair (PHCCS) abarca más de cuatro décadas, desde los primeros estudios en los años setenta hasta su puesta en servicio en 2016. A continuación, se describen los hitos clave (planificación, contratos, licenciamiento, construcción y entrada en operación). La tabla 1 resume esta sucesión de eventos antes de que cada fase sea comentada con mayor detalle.

Tabla 1. Cronología resumida del PHCCS (1976-2016).

Fecha	Hito principal	Descripción sintética	Fuente
1976	Estudio de prefactibilidad	INECEL evalúa un potencial de ~40 MW en la cuenca alta del Coca	(Observatorio de Ríos Andinos, 2021)
1992	Estudio de factibilidad	Proyección de 859 MW (dos etapas de ~430 MW)	(Observatorio de Ríos Andinos, 2021)
2007-2008	Reactivación del proyecto	Rediseño a 1 500 MW y elaboración del EIA preliminar (Entrix)	(V. López, 2008)
Ene 2008	Declaratoria de "prioridad nacional"	Decreto Ejecutivo agiliza trámites pero restringe acceso a la información	(Observatorio de Ríos Andinos, 2021)
2008	Creación de Hidroeléctrica Coca Codo Sinclair S.A.	Vehículo financiero con 70 % participación estatal y 30 % ENARSA	(Polanco, 2013)
Oct 2008	Certificado de Concesión N.º 27A	CONELEC transfiere derechos del proyecto a CocaSinclair S.A.	(Observatorio de Ríos Andinos, 2021)
May 2009	EIAD concluido	Efficacitas delimita área de influencia y propone el PMA	(Polanco, 2013)
22 jul 2009	Licencia ambiental (Res. 141, 214, 215)	MAE autoriza construcción y operación de la central de 1 500 MW	(Polanco, 2013)
05 oct 2009	Contrato EPC con Sinohydro	USD 1 979 millones; 70 % Eximbank China – 30 % contraparte nacional	(Observatorio de Ríos Andinos, 2021;)
14 ene 2010	Decreto 220	Nace CELEC EP, integrando empresas eléctricas estatales	(CELEC EP, 2018)
26 may 2010	Decreto 370	CocaSinclair S.A. pasa a ser la Empresa Pública Estratégica CCSEP	(Observatorio de Ríos Andinos, 2021)
28 jul 2010	Acta de inicio de obras	Inicio oficial de la construcción de las obras civiles	(CELEC EP, 2018)
May 2012	22 % de avance	4 306 obreros y cinco frentes activos de obra	(El Comercio, 2012)
Abr 2016	Primeras entregas de energía	Fase de pruebas conecta la central al SNI	(CELEC EP, 2025)
18 nov 2016	Inauguración oficial	Ceremonia con los presidentes Rafael Correa y Xi Jinping	(PRIMICIAS, 2021; Torres-Wilmer, 2025)

Fuente: Elaboración propia.

La gestación del PHCCS comenzó con estudios de la antigua INECEL que, en 1976, identificaron un potencial de apenas 40 MW en la parte alta del río Coca (Observatorio de Ríos Andinos, 2021). Dos décadas más tarde, la factibilidad de 1992 elevó esa proyección a 859 MW, distribuidos en dos etapas de similar tamaño (Observatorio de Ríos Andinos, 2021; Polanco, 2013). Tras un largo periodo de postergaciones, la estrategia nacional de cambio de matriz energética reactivó el proyecto en 2007-2008. Durante ese bienio se redefinió la capacidad a 1 500 MW (Polanco, 2013), y se contrató a Entrix para elaborar un Estudio de Impacto Ambiental preliminar junto con los términos de referencia del EIAD definitivo (V. López, 2008). Paralelamente, el Ejecutivo declaró la obra de "prioridad nacional" (Observatorio de Ríos Andinos, 2021), circunstancia que aceleró los procesos administrativos pero limitó la publicidad de la documentación técnica. Con el ánimo de facilitar el financiamiento externo, se constituyó Hidroeléctrica Coca Codo Sinclair S.A. (CocaSinclair), con mayoría accionaria estatal y participación de la empresa argentina ENARSA (Polanco, 2013). El CONELEC transfirió en octubre 2008 el Certificado de Concesión N.º 27A a esta sociedad (CELEC EP, 2023; Polanco, 2013). El EIAD, culminado en mayo 2009 (Polanco, 2013), sirvió de base para que el Ministerio del Ambiente otorgara la Licencia Ambiental mediante las resoluciones 141, 214 y 215 del 22 de julio de ese año (Polanco, 2013), habilitando legalmente la construcción. Con la licencia en vigor, CocaSinclair firmó el contrato EPC con Sinohydro el 05 de octubre 2009 por USD 1979 millones (Observatorio de Ríos Andinos, 2021; Polanco, 2013). La reestructuración del sector eléctrico creó CELEC EP (Decreto 220, 14 ene 2010) y, pocos meses después, transformó a CocaSinclair en Empresa Pública Estratégica CCSEP (Decreto 370, 26 may 2010) para centralizar la ejecución (CELEC EP, 2018; Observatorio de Ríos Andinos, 2021). La firma del Acta de Inicio el 28 de julio 2010 marcó el arranque formal de las obras civiles (CELEC EP, 2018). En mayo 2012, el proyecto alcanzaba un 22 % de avance con más de 4 300 trabajadores desplegados en la captación, el túnel de 24,8 km, el embalse compensador y la casa de máquinas (El Comercio, 2012). Las pruebas de carga iniciadas en abril 2016 permitieron las primeras inyecciones de energía al Sistema Nacional Interconectado (CELEC EP, 2025). Finalmente, la inauguración oficial se realizó el 18 de noviembre 2016 con la presencia de los presidentes de Ecuador y China, consolidando la entrada en operación comercial de la mayor hidroeléctrica del país (PRIMICIAS, 2021; Torres-Wilmer, 2025).

3.2. Alteración Física y la Génesis del "Agua Hambrienta"

La revisión de los parámetros técnicos confirmó la magnitud de la alteración hidrológica (Figura 1):

Figura 1. Viviendas en riesgo directo por la erosión, sector San Luis



Fuente: Elaboración propia.

- ✓ Retención de Sedimento: La presa de captación se diseñó para desviar una parte sustancial del caudal del río hacia el túnel de conducción. Este diseño implicó la retención de la carga sedimentaria aluvial que normalmente viaja aguas abajo.
- ✓ Déficit Sedimentario: Al operar la central, el caudal liberado se caracterizó por un marcado déficit sedimentario. Esta condición de "agua hambrienta" incrementó su potencia erosiva sobre el lecho y las riberas del río Coca, un lecho ya de por sí inestable y expuesto a fenómenos sísmicos.
- ✓ Forzante del Colapso: Se concluye que la acción sostenida de esta alteración hidrosedimentológica, combinada con la vulnerabilidad sísmica, fue la precondition necesaria para que el colapso de la Cascada San Rafael se produjera con la intensidad observada, eliminando el "dique de roca" que servía de control de base para el proceso erosivo.

3.3. Incumplimientos Normativos y Vulnerabilidades Estructurales

Los informes de la Contraloría General del Estado (CGE) y otras auditorías independientes constituyen la evidencia empírica más sólida sobre la calidad de la ejecución:

Fisuras y Vicios Constructivos: Los documentos consignaron observaciones abiertas sobre la existencia de miles de fisuras y problemas estructurales en la casa de máquinas. Esta evidencia técnica invalidó la noción de una construcción de "máxima calidad" y reveló una vulnerabilidad operacional que contradice la naturaleza estratégica del proyecto.

Incumplimiento del Plan de Mitigación Ambiental: Se documentó un cumplimiento desigual y demorado de los compromisos de mitigación establecidos en la Licencia Ambiental. Esto es crucial, ya que las medidas de mitigación estaban destinadas a proteger los taludes y la biodiversidad ribereña de los impactos directos de la construcción. Su ineficacia o retraso agravó la fragilidad del ecosistema fluvial ante la erosión inminente.

Ausencia de Monitoreo Proactivo: La documentación sugirió una falta de inversión y ejecución en sistemas de monitoreo geomorfológico proactivo y de alerta temprana que hubieran permitido anticipar la erosión remontante tras el colapso de 2020, evidenciando un fallo institucional en la gestión del riesgo.

3.4. Cuantificación del Impacto Socioeconómico

La disfunción técnica y ambiental se tradujo en una crisis social cuantificable en el Cantón El Chaco, el área de estudio focal:

- ✓ Destrucción del Capital Productivo: La erosión regresiva, al socavar las riberas, destruyó la base de subsistencia de la población. La población activa ocupada en el sector de Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca representa el 41% del total de la población ocupada del Cantón. La pérdida de suelo productivo en esta rama de actividad es una destrucción directa de capital económico, obligando a la migración o a la dependencia de subsidios.
- ✓ Colapso del Sector Terciario: La desaparición de la Cascada San Rafael eliminó el principal motor de diversificación económica. El sector de Alojamiento, alimentos y turismo, que representaba el 8% de la población activa, quedó prácticamente paralizado.
- ✓ Balance del Impacto: Se concluye que la alteración hidro-sedimentológica de la CCS generó una concentración del daño económico desproporcionada sobre los sectores más vulnerables (primario y turístico local), mientras que los beneficios energéticos se distribuyeron a nivel nacional, creando un desequilibrio territorial y social.

4. Conclusiones

Los resultados validan la hipótesis planteada: la crisis de erosión regresiva no es una catástrofe natural, sino la manifestación de un riesgo constructivo y operacional. La evidencia de incumplimientos y fisuras estructurales, documentada por la CGE, demuestra que el proyecto violó principios de calidad y seguridad. Este caso ejemplifica cómo la falla en el cumplimiento del Principio de Legalidad Ambiental (PLGA) se traduce directamente en la generación de un forzante ambiental irreversible. La alteración hidro-sedimentológica fue la "munición" que, una vez detonada por el colapso de la cascada, provocó la crisis sistémica.

El caso CCS se inserta en un patrón de gobernanza disfuncional donde el poder centralizado subestima el riesgo territorial:

Externalización del Riesgo: El Estado, al priorizar la celeridad en la construcción sobre la calidad y el

cumplimiento de la mitigación, externalizó el riesgo y el costo del fracaso a las comunidades locales. El coste multimillonario de las obras de mitigación tardía (contención de la erosión) es una carga financiera que desvía recursos públicos de proyectos sociales y productivos, evidenciando un uso ineficiente y desproporcionado de los recursos fiscales.

Contraste con Modelos Resilientes: La CCS, un modelo de centralización energética del siglo XX, se contrasta negativamente con la tendencia global hacia la descentralización (energías distribuidas, micro-redes). El fallo del proyecto subraya que la concentración de infraestructura en entornos de alto riesgo, sin resiliencia, es insostenible. La inoperatividad del SOTE (Oleoducto) y el de la CCS ilustran una vulnerabilidad institucional crónica en Ecuador.

Se pude concluir que la ejecución de la Hidroeléctrica Coca Codo Sinclair no sólo fue defectuosa, sino que fue el factor principal que socavó la resiliencia territorial del Cantón El Chaco. La alteración intencional del régimen fluvial se tradujo en una pérdida irreversible del capital natural y en la destrucción cuantificable de la base productiva del territorio. La lección para la planificación futura de Ecuador es que la seguridad y la sostenibilidad territorial deben ser los criterios primordiales en la evaluación de cualquier mega-infraestructura, prevaleciendo sobre la eficiencia económica centralizada. La restauración del territorio pasa necesariamente por la gestión integral del riesgo hidro-sedimentológico creado por la propia obra.

5. Bibliografía

- Braimoh, A. K., & Osaki, M. (2010). Land-use change and environmental sustainability. *Sustainability Science*, 5(1), 5-7. <https://doi.org/10.1007/s11625-009-0092-2>
- Carrasco Valdivieso, A. (2022): Análisis del Proceso Erosivo Ocasionado por la Desaparición de la Cascada de San Rafael -Río Coca: Origen -Impactos.
- Celec. (2021). CELEC EP estudia instalar un sistema de alertas tempranas para la central hidroeléctrica Coca Codo Sinclair [Web Institucional]. BNAméricas.com. <https://www.bnamericanas.com/es/noticias/celec-ep-estudia-instalar-un-sistema-de-alertas-tempranas-para-la-central-hidroelectrica-coca-codo-sinclair>
- CELEC EP. (2012). Estudio de Impacto Ambiental Definitivo del Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair. Tomo V: Componente Biótico. [https://www.celec.gob.ec/transelectric/images/stories/banners_home/EIA/500KV/L%C3%ADnea%20Bases%20B%C3%ADcticas%20\(Primera%20Parte\).pdf](https://www.celec.gob.ec/transelectric/images/stories/banners_home/EIA/500KV/L%C3%ADnea%20Bases%20B%C3%ADcticas%20(Primera%20Parte).pdf)
- CELEC EP. (2018). CELEC EP a través de la Unidad de Negocio Coca Codo Sinclair inició plan de control de fauna no endémica [Web Gubernamental]. BOLETÍN DE PRENSA. <https://www.celec.gob.ec/cocacodo/noticias/ccs-inicio-plan-de-control-de-fauna-no-endemica/>
- CELEC EP. (2020, julio 9). CELEC EP realiza monitoreos de flora y fauna en la zona de la central Coca Codo Sinclair [Web Gubernamental]. Noticias. <https://www.celec.gob.ec/noticias/celec-ep-realiza-monitoreos-de-flora-y-fauna-en-la-zona-de-la-central-coca-codo-sinclair/>
- Cernea, M. M. (1997). Hydropower Dams and Social Impacts: A Sociological Perspective. 19, 36.
- FAO. (2024). Sustainable Land Management [Web Institucional]. Land & Water. <https://www.fao.org/land-water/land/sustainable-land-management/en/>
- Hardelin, J., & Lankoski, J. (2018). Land use and ecosystem services (OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers No. 114; OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers, Vol. 114). OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers. <https://doi.org/10.1787/c7ec938e-en>
- IPCC. (2023). AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>
- Labrin, E. F., Turner, B. L., Geist, H. J., Agbola, S. B., Angelsen, A., Bruce, J. W., Coomes, O. T., Dirzo, R., Fischer, G., Folke, C., George, P. S., Homewood, K., Imbernon, J., Leemans, R., Li, X., Moran, E. F., Mortimore, M., Ramakrishnan, P. S., Richards, J. F., ... Xu, J. (2001). The causes of land-use and land-cover change: Moving beyond the myths. *Global Environmental Change*, 11(4), 261-269. [https://doi.org/10.1016/S0959-3780\(01\)00007-3](https://doi.org/10.1016/S0959-3780(01)00007-3)
- López, V. (2008). Implicaciones del proyecto coca codo sinclair para la amazonía ecuatoriana. FLACSO, 10.
- Metternicht, G. (2018). Contributions of Land Use Planning to Sustainable Land Use and Management. En G.

- Metternicht (Ed.), Land Use and Spatial Planning: Enabling Sustainable Management of Land Resources (pp. 35-51). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-71861-3_4
- Mora Aliseda, J., Garrido, J. y Mora, C. (2018): Gobernanza de los recursos hídricos transfronterizos una propuesta. *Rev. Vertentes do Direito*, pp. 1-15
- Núñez Manzaba, L. A. (2021). Análisis del impacto ambiental de proyectos hidroeléctricos. Evaluación de los efectos ambientales por el Método de Leopold. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/17175>
- Observatorio de Ríos Andinos. (2021). Estudio de caso | La central hidroeléctrica Coca Codo Sinclair & el proceso erosivo en el alto coca. <https://observatorioderiosandinos.wordpress.com/wp-content/uploads/2021/06/estudio-de-caso-ccs-1.pdf>
- Polanco, D. (2013). HIDROELECTRICIDAD Y TURISMO EN LA AMAZONÍA: El caso del Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair en el cantón El Chaco, provincia de Napo [FACULTAD LATINOAMERICANA DE CIENCIAS SOCIALES SEDE ECUADOR]. <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/6180/2/TFLACSO-2013DAPL.pdf>
- Ríos-Touma, B., Rosero, P., Morabowen, A., Guayasamin, J. M., Carson, C., Villamarín-Cortez, S., Solano-Ugalde, A., Tobes, I., & Cuesta, F. (2023). Biodiversity responses to land-use change in the equatorial Andes. *Ecological Indicators*, 156, 111100. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.111100>
- Sahagún-Sánchez, F. J., & Reyes-Hernández, H. (2018). Impactos por cambio de uso de suelo en las áreas naturales protegidas de la región central de la Sierra Madre Oriental, México. *CienciaUAT*, 12(2), 6-21.
- Terneus-Paez, F., & Jiménez-Mendoza, S. (2019). Nexo agua - energía: Análisis del flujo hídrico del Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair. *Ingenius*, 21, Article 21. <https://doi.org/10.17163/ings.n21.2019.05>
- Torres, W. (2025). Coca Codo: 50 hectáreas alteradas por la obra serán reforestadas. PRIMICIAS. <https://www.primicias.ec/noticias/economia/coca-codo-hectareas-alteradas-por-obra-seran-reforestadas/>
- Turner, B. L., Lambin, E. F., & Reenberg, A. (2007). The Emergence of Land Change Science for Global Environmental Change and Sustainability. *Proc Natl Acad Scie USA (PNAS)*, 105, 20690-20695.
- Watson, R. T., Zakri, A. H., Arico, S., Bridgewater, P., Mooney, H. A., & Cropper, A. (2005). Millennium Ecosystem Assessment (Ecosystems and Human Well-Being: Biodiversity Synthesis., p. 100). World Resources Institute. <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.354.aspx.pdf>