

Documento de Cooperación Técnica

I. Información Básica de la CT

▪ País/Región:	COSTA RICA
▪ Nombre de la CT:	Impacto del cambio climático en la producción hidroeléctrica del país y medidas de adaptación
▪ Número de CT:	CR-T1283
▪ Jefe de Equipo/Miembros:	Larrea, Sylvia Virginia (INE/ENE) Líder del Equipo; Alarcon, Arturo (INE/ENE) Jefe Alterno del Equipo de Proyecto; Nalesso, Mauro (INE/WSA); Juan Tulande Lopez (INE/ENE); Dugand Ocampo, Juan Carlos (FMP/CCR); Rodriguez Perez, Ariel Enrique (FMP/CCR); Laura Torrentes (CID/CCR); Alvarez Gonzalez Oscar Andres (INE/ENE); Borbon Munoz, Alvaro (CID/CCR); Landazuri-Levey, Maria C. (LEG/SGO)
▪ Taxonomía:	Apoyo al Cliente
▪ Operación a la que la CT apoyará:	.
▪ Fecha de Autorización del Abstracto de CT:	18 Mar 2024.
▪ Beneficiario:	Instituto Costarricense de Electricidad (ICE)
▪ Agencia Ejecutora y nombre de contacto:	Inter-American Development Bank
▪ Donantes que proveerán financiamiento:	OC SDP Ventanilla 2 - Infraestructura(W2B)
▪ Financiamiento solicitado del BID:	US\$200,000.00
▪ Contrapartida Local, si hay:	US\$0
▪ Periodo de Desembolso (incluye periodo de ejecución):	36 meses
▪ Fecha de inicio requerido:	
▪ Tipos de consultores:	Consultor individual y/o Firma
▪ Unidad de Preparación:	INE/ENE-Energía
▪ Unidad Responsable de Desembolso:	CID/CCR-Representación Costa Rica
▪ CT incluida en la Estrategia de País (s/n):	No
▪ CT incluida en CPD (s/n):	No
▪ Alineación a la Estrategia Institucional del Grupo BID: Transformación para una Mayor Escala e Impacto (CA-631):	Capacidad institucional y estado de derecho; Sostenibilidad ambiental

II. Objetivos y Justificación de la CT

- 2.1 El objetivo de esta cooperación técnica es fortalecer la capacidad de Costa Rica para atender la vulnerabilidad de la generación hidroeléctrica ante el cambio climático, identificando su impacto en las principales cuencas hidrológicas del país mediante tecnologías de punta para la elaboración de modelos hidrológicos y climáticos que permita estimar cambios en la generación hidroeléctrica y desarrollar propuestas de adaptación.
- 2.2 El resultado esperado será un estudio con escenarios futuros de disponibilidad de recurso hídrico, su impacto sobre la generación eléctrica en las principales cuencas hidrográficas del país (San Carlos, Sarapiquí, Reventazón, Pirrís, Grande de Tárcoles, Térraba), y el respectivo diseño de un paquete de medidas de adaptación que permita gestionar la vulnerabilidad de la infraestructura eléctrica, ante los efectos del cambio climático.

- 2.3 Costa Rica se comprometió en sus Contribuciones Nacionalmente Determinadas en el 2020 (NDC, por sus siglas en inglés) a fortalecer las condiciones de resiliencia social, económica y ambiental del país ante los efectos del cambio climático, mediante el desarrollo de capacidades e información para la toma de decisiones, la inclusión de criterios de adaptación en instrumentos de financiamiento y planificación, la adaptación de los servicios públicos, sistemas productivos e infraestructura, y la implementación de soluciones basadas en la naturaleza. Los lineamientos de las NDC incluyen la incorporación de criterios de adaptación en los planes sectoriales a diferentes escalas; garantizar la continuidad de los servicios públicos vitales, entre los cuales está la energía, mediante la evaluación del riesgo climático sobre la operación y el mantenimiento de la infraestructura y del suministro del servicio público vital. Lo anterior, aplicable a cada una de las instituciones y empresas prestatarias de los servicios públicos. No menos importante, la NDC busca promover la investigación científica, la recolección sistemática de datos, y el análisis prospectivo sobre riesgos e impactos de amenazas hidrometeorológicas.
- 2.4 Las políticas climáticas nacionales se alinean con los compromisos a nivel internacional, entre las cuales destaca la Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) 2018 - 2030, que tiene entre sus objetivos fortalecer las capacidades nacionales y condiciones de resiliencia, además de reducir la vulnerabilidad y aprovechar las oportunidades para potenciar la resiliencia de los sistemas económicos, sociales y ambientales. El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático de Costa Rica 2022 - 2026 es el instrumento para operativizar la PNACC. Dicho plan busca promover la gestión del conocimiento sobre efectos del cambio climático, servicios climáticos y desarrollo de capacidades locales e institucionales. Como resultado se espera que las instituciones y actores claves del desarrollo local y regional dispongan de información robusta y certera para tomar decisiones en materia de adaptación al cambio climático y cuenten con las capacidades para interpretarla y aplicarla en sus respectivos ámbitos. Específicamente, el eje 1 de este plan asigna la responsabilidad al Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) de realizar un estudio actualizado sobre los posibles impactos del cambio climático en la generación hidroeléctrica y otras fuentes renovables, y la identificación de posibles medidas de adaptación.
- 2.5 El Plan Nacional de Energía 2015 - 2030 tiene entre sus objetivos estratégicos diversificar las fuentes de energía para la producción de electricidad y establece como una de las acciones para lograrlo, el realizar un estudio para cuantificar el impacto de cambio climático sobre los recursos energéticos.
- 2.6 La seguridad de suministro de energía eléctrica en Costa Rica es altamente dependiente de la producción de energía hidroeléctrica, ya que esta representa el 70% de la generación en promedio de los últimos 5 años (2019 - 2023)¹. Pese a esa dependencia, existen pocos estudios que identifiquen y cuantifiquen los riesgos climáticos e impactos sobre la generación proveniente de eventos extremos como las variaciones en los caudales que alimentan las centrales hidroeléctricas. Uno de ellos fue el estudio realizado en 2016 con el apoyo del BID y OLADE Vulnerabilidad al cambio climático de los sistemas de producción hidroeléctrica en Centroamérica y sus opciones de adaptación, sin embargo este estuvo limitado al estudio de una planta

¹ [Informes anuales de generación eléctrica \(Grupo ICE\).](#)

hidroeléctrica por país; en el caso de Costa Rica la central hidroeléctrica Reventazón². Otro estudio relevante fue el Estudio de vulnerabilidad, adaptación y mitigación al Cambio Climático para proyectos hidroeléctricos realizado para el ICE en el 2015³, en el que se estudió el impacto del recurso hídrico y la generación hidroeléctrica en 16 cuencas del país. Ambos estudios tienen alrededor de ocho años de antigüedad por lo que se hace relevante contar con información actualizada, incorporando el estado del arte con relación a la capacidad y resolución de los modelos, para las cuencas más importantes del país desde el punto de vista de la generación hidroeléctrica.

- 2.7 Costa Rica ha ido avanzando en la diversificación de su matriz eléctrica en las últimas décadas, con la incorporación de geotermia y energías renovables variables. Sin embargo, debido a que aún la generación hidroeléctrica representa 70% de la producción eléctrica del país, ante un evento extremo como por ejemplo una eventual reducción sostenida en la disponibilidad del recurso hídrico en el largo plazo, el sistema eléctrico podría verse estresado y el país se vería obligado a atender la demanda con energía térmica (combustibles fósiles) de forma prolongada, impactando de forma adversa la competitividad del sector y las economías locales. En otros países de la región ya se han reportado racionamientos en el suministro eléctrico debido a la materialización de los impactos del clima sobre los recursos hídricos (en años dominados por el efecto de El Niño). Dada la manifestación de estos eventos en los últimos años, se hace necesario realizar un análisis cuantitativo del riesgo climático y sus impactos sobre la base de distintos escenarios de largo plazo y diseñar un conjunto de medidas de adaptación que permitan gestionar los riesgos y sus impactos sobre el sistema eléctrico nacional.
- 2.8 Asimismo, a pesar de que el país incorpora de forma rutinaria dentro de la planificación eléctrica la variabilidad de las condiciones climáticas, es importante conocer e implementar el estado del arte en la integración de la vulnerabilidad ante cambio climático en la planificación de largo plazo.
- 2.9 Esta CT se articula con otras intervenciones del Banco en el sector energético de Costa Rica, complementando el apoyo brindado al país en temas de transformación del sector energético, sostenibilidad y fortalecimiento de capacidades para una mejor gestión del sector, mediante las operaciones de préstamo previos: Programa de Desarrollo Eléctrico 2012-2016 ([2747/OC-CR](#)) y Primer Programa de Energía Renovable, Transmisión y Distribución de Electricidad ([3589/OC-CR](#)), que incluyen la construcción de la Hidroeléctrica Reventazón y la rehabilitación y modernización de las Hidroeléctricas Río Macho y Garita. Adicionalmente, se viene apoyando el sector a través de CTs: (i) Apoyo a la Transformación del Sector Energético hacia una Economía Descarbonizada ([ATN/OC-18314-CR](#)); y (ii) Apoyo para la Sostenibilidad Financiera y la Competitividad del ICE ([ATN/OC-17358-CR](#)).
- 2.10 En esta línea, el Gobierno de Costa Rica ha solicitado asistencia al Banco para apoyar al ICE en: (i) desarrollo de análisis cuantitativo de los riesgos climáticos e impactos sobre los sistemas hidroeléctricos frente al cambio climático con base en los datos

² El estudio realizado en el 2015 concluye que las variaciones significativas se producen a partir de 2050. <https://publications.iadb.org/en/vulnerabilidad-al-cambio-climatico-de-los-sistemas-de-produccion-hidroelectrica-en-centroamerica-y>

³ El estudio concluye que el cambio climático no alterará significativamente el régimen de caudales en Costa Rica hasta 2050. Por otro lado, se advirtió que la variabilidad intra-anual existente era superior a la proyectada por los modelos.

hidrometeorológicos y energéticos recopilados; (ii) identificación y análisis económico de medidas de adaptación; y (iii) fortalecimiento de capacidades.

- 2.11 **Alineación Estratégica.** La CT es consistente con la Estrategia Institucional del Grupo BID: Transformación para una mayor escala e impacto 2024-2030 (CA-631) y se alinea con los objetivos de: (i) abordar el cambio climático, al fortalecer las capacidades de resiliencia y adaptación climáticas; y (ii) impulsar el crecimiento regional sostenible, mediante la realización de estudios que permitan maximizar el suministro de energía hidroeléctrica y la seguridad de suministro. La CT también se alinea con las siguientes áreas de enfoque operativo: (i) biodiversidad, capital natural y acción por el clima; (ii) capacidad institucional, Estado de derecho y seguridad ciudadana; (iii) infraestructura sostenible, resiliente e inclusiva con énfasis en la integración regional; y (iv) desarrollo productivo e innovación por medio del sector privado.
- 2.12 La CT está en línea con la Estrategia de País 2019-2022⁴ (GN-2977) ya que contribuirá al impulso del objetivo de fortalecer la estructura financiera y la competitividad del sector eléctrico, pues apoyará a ICE a diseñar infraestructuras resilientes y de calidad, junto con mitigar riesgos y optimizar la eficiencia operativa del sector.
- 2.13 La CT es consistente con el Marco Sectorial de Energía (GN-2830-8) en los pilares de sostenibilidad energética y gobernanza energética, ya que promueve acciones de adaptación a los efectos del cambio climático para asegurar la sostenibilidad económica, ambiental y financiera del sector a largo plazo; con el Marco Sectorial de Cambio Climático (GN-2835-13), al promover la aplicación de conocimiento específico para impulsar eficazmente un desarrollo resiliente al clima y con bajas emisiones de carbono y la incorporación de consideraciones climáticas en el sector energía; y con la Estrategia de Infraestructura Sostenible para la Competitividad y el Crecimiento Inclusivo (GN-2710-5), en particular a través de las áreas prioritarias de: (i) apoyo a la construcción y mantenimiento de una infraestructura social y ambientalmente sostenible; y (ii) promover mejoras continuas en la gobernanza de la infraestructura para incrementar la eficiencia en la provisión de servicios de infraestructura. La CT se alinea también con el Programa Estratégico para el Desarrollo Financiado con Capital Ordinario - Ventanilla 2 – Infraestructura (W2B) (GN-2819-14) al contribuir con el objetivo de mejorar la calidad de los proyectos de infraestructura apoyando medidas de adaptación que pueden mejorar la resiliencia de proyectos frente al cambio climático.

III. Descripción de las actividades/componentes y presupuesto

- 3.1 Para el logro de los objetivos descritos, la CT incluirá los siguientes componentes:
- 3.2 **Componente I: Análisis cuantitativo de los riesgos climáticos e impactos sobre los sistemas hidroeléctricos frente al cambio climático con base en los datos hidrometeorológicos y energéticos recopilados (US\$100.000,00).** Este componente comprende la recopilación de datos hidrometeorológicos y energéticos, así como la modelación climática e hidrológica de última generación para las principales cuencas hidrológicas del país. Como resultado del Componente I se espera que el país disponga de la cuantificación del impacto del cambio climático

⁴ El período de transición de la Estrategia de País con Costa Rica 2019 2022 fue prorrogado hasta el 31 de diciembre de 2024.

sobre el recurso hídrico y la generación eléctrica que le permita conocer la vulnerabilidad de las plantas hidroeléctricas y el riesgo en su producción ante los efectos del cambio climático.

- 3.3 Los productos serán: (i) análisis detallado relativo a cambios en temperatura, precipitación, ocurrencia y magnitud de eventos extremos hasta el final del siglo; (ii) análisis de los impactos de dichos cambios en la oferta hídrica de las cuencas mediante el uso de modelos de simulación; (iii) un análisis de las consecuencias energéticas y económicas relacionadas a la variación del caudal a nivel intra e interanual en las cuencas, incluyendo el tema de seguridad de presas; y (iv) identificación del estado del arte en relación a la integración de elementos de vulnerabilidad climática en la planificación eléctrica de largo plazo.
- 3.4 Los datos que deberán ser recopilados, pero que no son los únicos, son: datos nacionales y regionales de variables hidrometeorológicas, datos de ubicación y capacidad de plantas hidroeléctricas y su generación, datos hidrológicos relevantes para el sector eléctrico, proyecciones de inversión en infraestructura eléctrica.
- 3.5 Se deberán definir escenarios climáticos futuros y utilizar un modelo hidrológico adecuado y ajustado de tal manera que reproduzca el régimen hidrológico de cada cuenca, y que pueda ser utilizado en la evaluación de los escenarios climáticos futuros. El período histórico será la referencia y a partir de las diferencias que llegaran a observarse, se analizará si existen cambios de régimen hidrológico y de producción hidroeléctrica asociados al cambio climático.
- 3.6 El ICE utiliza en la planificación eléctrica de largo plazo los modelos de optimización *OPTGEN Model for generation expansion planning and regional interconnections* y el *SDDP - Stochastic hydrothermal dispatch with network restrictions* para la elaboración de los planes de expansión (ambos de *Power Systems Research*). Como parte de los estudios de expansión se analiza la vulnerabilidad del sistema eléctrico ante los impactos del cambio climático a partir de la variabilidad climática histórica que permite definir posibles escenarios de hidrología baja para el horizonte de estudio. Sin embargo, es importante conocer e ir incorporando elementos novedosos dentro de la planificación, por lo cual el componente I incluye un informe sobre el estado del arte en relación con la integración de elementos de vulnerabilidad climática en la planificación eléctrica de largo plazo.
- 3.7 **Componente II: Identificación y análisis económico de medidas de adaptación (US\$85.000,00).** Basado en los resultados del componente I, se identificarán y diseñarán diferentes acciones de adaptación para las plantas hidroeléctricas. Según el estado del arte y las mejores prácticas a nivel mundial, las acciones de adaptación podrán incluir desarrollo de infraestructura, definición de barreras de protección para poblaciones aguas abajo de embalses, sistemas de alerta temprana y cualquier otra que sea aplicable para las plantas en estudio. Para cada una de las acciones propuestas, se llevará a cabo un análisis de costo- beneficio, en relación con el sistema eléctrico nacional. El resultado esperado de este componente será que el país cuente con el conocimiento sobre las medidas de adaptación frente al cambio climático aplicables a las plantas hidroeléctricas y su viabilidad económica.
- 3.8 El componente II tendrá dos productos específicos: (i) la identificación y diseño de acciones plausibles de adaptación al corto, mediano y largo plazo; y (ii) el análisis costo-beneficio asociado a cada acción que cuantifique los impactos económicos, sociales y ambientales. El análisis deberá tomar como referencia la situación tanto del

recurso, de la generación eléctrica y los impactos asociados de la condición sin acción de adaptación.

- 3.9 **Componente III: Fortalecimiento de capacidades (US\$15.000,00).** Este componente comprende la realización de talleres de capacitación a partes interesadas dentro del sector eléctrico del país, en relación con el riesgo climático y sus impactos en el sector eléctrico y el diseño y la adopción de medidas de adaptación. Se incluirán los siguientes temas: estrategias para la medición y la modelación del recurso hídrico a partir de escenarios climáticos futuros y soluciones de adaptación de plantas hidroeléctricas. El componente III comprende también una capacitación sobre cómo integrar elementos novedosos en estudios de vulnerabilidad dentro de la planificación eléctrica de largo plazo. El resultado esperado con este componente, son las capacidades creadas a nivel institucional que permiten reducir la vulnerabilidad de las plantas hidroeléctricas y la producción eléctrica ante los efectos del cambio climático.
- 3.10 El producto de este componente son dos talleres de capacitación para funcionarios públicos del MINAE, la ARESEP y el ICE. Además de un taller de capacitación para el equipo de Planificación de Sistemas del ICE para ver el estado del arte en planificación.
- 3.11 **Presupuesto Indicativo.** El costo total de la CT es de US\$200,000 que serán financiados con recursos aportados por el Programa Estratégico para el Desarrollo de Infraestructura Financiado con Capital Ordinario Ventanilla 2 Infraestructura (W2B).

Actividad/Componente	Financiamiento BID (W2B)	Financiamiento Total
Componente I: Análisis cuantitativo de los riesgos climáticos e impactos sobre los sistemas hidroeléctricos frente al cambio climático con base en los datos hidrometeorológicos y energéticos recopilados.	US\$100.000,00	US\$100.000,00
Componente II: Identificación y análisis económico de medidas de adaptación.	US\$85.000,00	US\$85.000,00
Componente III: Fortalecimiento de capacidades.	US\$15.000,00	US\$15.000,00
Total	US\$200.000,00	US\$200.000,00

- 3.12 La supervisión de la CT estará a cargo del Especialista de Energía de INE/ENE, quien será el punto focal designado responsable de la supervisión durante la ejecución. Las acciones previstas para la sostenibilidad de las intervenciones de esta CT se enfocan en la supervisión adecuada y en la continua aplicabilidad de las actividades financiadas. Adicionalmente la sostenibilidad de esta TC está garantizada en la continuidad del plan de ICE.

IV. Agencia Ejecutora y estructura de ejecución

- 4.1 La CT será ejecutada por el BID, a pedido del ICE, debido a la amplia experiencia del Banco en la preparación y desarrollo de actividades técnicas similares a las propuestas, las cuales contribuirán de manera más efectiva al logro de los objetivos

de la CT en tiempo y forma, y seguirá el Anexo II (Criterios de Adquisiciones del Banco) de los Lineamientos Operativos para Productos CT (OP-619-4). Adicionalmente, el BID ejecutará esta CT para: (i) evitar largos procedimientos presupuestarios internos que puedan poner en peligro el logro de sus objetivos al retrasar el inicio de la contratación de estudios cruciales y los pagos de los consultores; (ii) facilitar la coordinación con el ICE; (iii) garantizar la calidad técnica de los productos y el cumplimiento de los estándares necesarios para la ejecución de la CT; (iv) facilitar la contratación y ejecución de estudios y consultorías; y (v) maximizar los beneficios del conocimiento técnico del BID en las diferentes áreas.

- 4.2 La División de Energía (INE/ENE) será responsable de su ejecución, en coordinación con la Representación del BID en Costa Rica (CID/CCR) y la División de Agua y Saneamiento (INE/WSA). El punto focal y responsable de ejecutar y supervisar esta CT será el Especialista Líder en Energía con sede en Washington D.C. con el apoyo de la Representación del Banco en Costa Rica (CID/CCR) y el Equipo INE/ENE.
- 4.3 Todas las adquisiciones a ejecutarse bajo esta Cooperación Técnica han sido incluidas en el Plan de Adquisiciones (Anexo IV) y se contratarán de conformidad con las políticas y regulaciones aplicables del Banco de la siguiente manera: (a) Contratación de consultores individuales, según lo establecido en la norma sobre Fuerza Laboral Complementaria (AM-650); y (b) Contratación de servicios prestados por firmas consultoras de acuerdo a la Política de Adquisiciones Institucionales (GN-2303-33) y sus Directrices.
- 4.4 En cumplimiento de los Lineamientos Operativos para Productos de Cooperación Técnica versión Revisada (GN-2629-2), esta CT se clasifica como Apoyo al Cliente. Todos los productos de conocimiento derivados de esta Cooperación Técnica son propiedad intelectual del Banco.

V. Riesgos importantes

- 5.1 El principal riesgo potencial identificado es la inadecuada apropiación de los productos obtenidos y su posterior implementación, lo cual es necesario para garantizar los resultados en el marco de esta CT. Este riesgo se mitiga porque el ICE, como ente planificador del sistema eléctrico nacional, requiere los productos de esta CT para planificar adecuadamente la generación eléctrica del sector y atender la creciente demanda eléctrica. Otro riesgo potencial identificado es que no existan los datos en la calidad y resolución necesarios para el estudio, lo cual es mitigado por la experiencia, conocimiento y liderazgo del ICE en generación hidroeléctrica.

VI. Excepciones a las políticas del Banco

- 6.1 No se prevén excepciones.

VII. Aspectos Ambientales y Sociales

- 7.1 La CT no financiará estudios de prefactibilidad o factibilidad de proyectos de inversión que incluyan estudios ambientales o sociales. Por lo tanto, está excluida del alcance del Marco de Política Ambiental y Social (MPAS) del Banco y ESG no asignará especialistas para brindar apoyo en la preparación o ejecución de esta CT.

Anexos Requeridos:

[Solicitud del Cliente_16012.pdf](#)

[Matriz de Resultados_49092.pdf](#)

[Términos de Referencia_83808.pdf](#)

[Plan de Adquisiciones_74366.pdf](#)