

Estudio de factibilidad para accesos y construcción de puerto de aguas profundas en la Bahía de Bluefields

Feasibility study for access and construction of a deepwater port in Bluefields' Bay

Nestor J. Gonzalez-Aleman¹
Billy Francis Ebanks Mongalo²
Enoc Geremias Rivas Suazo³

Resumen

La Bahía de Bluefields es una laguna costera con una gran variedad de ecosistemas que alberga una gran diversidad de flora y fauna. Este ecosistema es altamente vulnerable ante la influencia humana. La Bahía es un sistema marino-costero (estuario). Su caudal es alimentado por las cuencas del río Escondido y varios afluentes ubicados en la parte sur hasta llegar al río Punta Gorda, y por la entrada del mar Caribe. La Bahía es de gran importancia al ser la vía principal de acceso nacional entre la ciudad de El Rama y Bluefields, e internacional a través del Puerto del Bluff.

La construcción de un puerto de aguas profundas en la Bahía de Bluefields, es una alternativa viable como respuesta al megaproyecto denominado Gran Canal Interoceánico de Nicaragua (GCIN), el cual puede contribuir de manera significativa al desarrollo de la Región, es por eso que se está analizando dos alternativas para definir la ruta más viable para la construcción del canal de agua profundas, resultando la alternativa A la más viable y menos costosa en términos económicos, también se realizó un análisis Físico-Químico del agua de mar y de la Bahía de Bluefields y se

1 Unidad de Gestión Técnica de Proyectos - Oficina de Relaciones Internacionales y de Cooperación Externa (ORICE/UGETEP), Bluefields Indian & Caribbean University (BICU). Barrio San Pedro, Avenida Universitaria, Bluefields, Nicaragua. ngonzalezaleman@yahoo.es; <https://orcid.org/0000-0002-5006-4964>

Technical Project Management Unit - Office of International Relations and External Cooperation (ORICE/UGETEP), Bluefields Indian & Caribbean University.

2 Bluefields Indian & Caribbean University (BICU). Áreas del conocimiento, Ciencias y Tecnología. Centro de Investigaciones Acuáticas de BICU (CIAB). billy.ebanks@bicu.edu.ni, <https://orcid.org/0000-0001-5822-9308>.

Bluefields Indian & Caribbean University (BICU). Areas of knowledge, Science and Technology. BICU Aquatic Research Centre.

3 Bluefields Indian & Caribbean University (BICU). Áreas del conocimiento, Ciencias y Tecnología. Responsable de investigación. enoc.rivas@do.bicu.edu.ni, <https://orcid.org/0000-0002-7715-9322>.

Bluefields Indian & Caribbean University (BICU). Areas of knowledge, Science and Technology. Research Manager.

Recibido: 18/04/2024 - Aprobado: 10/06/2024

Gonzalez-Aleman, N. J., Ebanks Mongalo, B. F., y Rivas Suazo, E. G. (2024). Estudio de Factibilidad para accesos y construcción de Puerto de aguas profundas en la Bahía de Bluefields. *Ciencia e Interculturalidad*, 34(1), 162-194. <https://doi.org/10.5377/rci.v34i1.19707>

Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial-NoDerivadas



inventarió la flora y fauna acuática, terrestre, íctica, de aves, reptiles, anfibios, algas, moluscos, crustáceos de la zona de influencia del proyecto.

Palabras clave: Factibilidad, canal, puerto, aguas profundas, valoración biológica

Abstract

Bluefields Bay is a coastal lagoon with a wide variety of ecosystems that is home to a great diversity of flora and fauna. This ecosystem is highly vulnerable to human influence. The Bay is a marine-coastal system (estuary). Its flow is fed by the basins of the Escondido River and several tributaries located in the southern part until it reaches the Punta Gorda River, and by the entrance to the Caribbean Sea. The Bay is of great importance as it is the main national access route between the Rama city and Bluefields, and internationally through the Bluff port.

The construction of a deep-water port in Bluefields Bay is a viable alternative in response to the megaproject called the Gran Canal Interoceánico de Nicaragua (GCIN), which can contribute significantly to the development of the Region, which is why two alternatives are being analyzed to define the most viable route for the construction of the deep-water canal, resulting in Alternative A being the most viable and least expensive in economic terms, a physical-chemical analysis of seawater and Bluefields Bay was also carried out and the aquatic, terrestrial, fish, birds, reptiles, amphibians, algae, mollusks, and crustaceans of the project's area of influence were inventoried.

Keywords: Feasibility, canal, port, deep water, biological assessment

I. Introducción

La Laguna de Bluefields, es una típica laguna costera, alimentada por las cuencas del río Escondido, Kukra River, Torsuany y Docuno. La Laguna y su entorno se puede clasificar como un sistema estuarino, que influye mucho en la reproducción, crecimiento y migración de las especies acuáticas (Arauz, 2001). Estos ecosistemas son cuerpos de aguas someras, con volúmenes variables que dependen de las condiciones locales climáticas e hidrológicas (Brenes & Castillo, 1999). Tiene temperatura y salinidades variables, fondos predominantes fangosos, alta turbidez y características topográficas y de superficie irregulares (Arauz, 2001; Castrillo et al., 2000; Dumailo, 2003).

El sistema de humedales de la bahía de Bluefields comprende 86.501 hectáreas; fue designado como sitio Ramsar en noviembre del año 2001 (Castrillo et al., 2000). La Bahía o Laguna de Bluefields tiene una superficie aproximada de 176 km², posee una forma alargada con orientación Norte – Sur, con una longitud aproximada de 30 Km y un ancho variable de 3 a 8 Km (Ryan, 2006).

La Isla del Venado limita la comunicación de las aguas con el mar abierto, realizándose esta comunicación a través de dos entradas, una al norte, siendo la de mayor importancia socioeconómica, situada frente al poblado del Bluff y la otra al sur, conocida como el Estrecho de Hone Sound, la cual se encuentra prácticamente cerrada por la existencia de una barra de arena (Castrillo et al., 2000). La laguna en su mayor extensión es de aguas someras (lóbulo sur y cuerpo central), encontrándose las mayores profundidades hacia el lóbulo norte, las que coinciden con el trazado del canal que une el Río Escondido con la zona del Bluff (Dumailo, 2003). En las riberas norte y noroeste se localiza un sistema de tierras bajas y lagunas (Big Lagoon, Found Out Lagoon y Smokey Lane Lagoon) (Castrillo et al., 2000; Ryan, 2006).

La flora y la fauna presentan un alto grado de adaptación evolutiva a las presiones ambientales y su origen es marino, dulce – acuícola y terrestre. En estas condiciones naturales, el ecosistema funciona sobre la balanceada matriz de interrelaciones bióticas (Brenes et al., 2007). La complejidad de la matriz biótica – ambiental, las alteraciones del flujo energético y las adaptaciones biológicas de los organismos otorgan a este sistema características de estabilidad ecológica en un ambiente físicamente variable, pero frágil a los cambios inducidos por el hombre (Brenes et al., 2007; Ryan, 2006).

Se caracteriza por ser dinámico, altamente variable y con una gran diversidad de hábitat como consecuencia del fuerte intercambio con el ambiente marino (Brenes & Castillo, 1999; Celma Gamio et al., 2009)

Durante el intercambio, se introduce al sistema marino costero muchos elementos tales como, agua, nutrientes, sedimentos y organismos vivos que provocan variaciones en las condiciones Físico–Química y biológica del sistema (Brenes et al., 2007; Dumailo, 2003).

Para la valoración biológica marina de la Bahía de Bluefields y área de litoral pesquero del extremo norte de la Isla del Venado, en donde el Proyecto: “*Estudio de Factibilidad para accesos y construcción de Puerto en Bluefields*”, tiene pensado realizar sus actividades, se ha realizado un monitoreo en 6 puntos importantes en la Bahía de Bluefields durante la estación seca y lluviosa. Los sitios de monitoreo (Barra del Bluff, Costa frente Isla del Venado, Canal, Canal 1, Boca de Lunku Creek, Costa detrás de Isla del Venado) son las áreas de influencia directa del proyecto. El trabajo final nuestro es generar información en base a criterios técnicos-científico para tomar decisiones en cuanto a la viabilidad de las dos alternativas de construcción del canal de aguas profundas y emitir una valoración en base a criterios técnicos.

II. Revisión de literatura

Antecedentes

Marco institucional y legal en el cual se inscribe el proyecto

Se ha realizado una valoración ajustada al marco legal aplicable a los proyectos de esta índole. Para esto hemos identificado y analizado la legislación nacional de acuerdo con nuestra legislación regional y municipal:

- La Constitución de la República de Nicaragua o Ley Suprema.
- Leyes con rango constitucional.
- Leyes especiales y ordinarias.
- Decretos legislativos.
- Reglamentos de las leyes.
- Comunicados o acuerdos ministeriales.
- Ley N° 28. “Estatuto de autonomía de las regiones de la costa caribe de nicaragua”.
- Ley No. 445 (Ley del Régimen de Propiedad de los Pueblos Indígenas y Comunidades Étnicas de las Regiones Autónomas de la Costa Atlántica de Nicaragua y de los Ríos Bocay, Coco, Indio y Maíz).
- Resoluciones de los Consejos Regionales Autónomos de la Costa Atlántica.
- Ordenanzas municipales.

En términos constitucional, la Constitución Política de Nicaragua en su Artículo. 60, establece que es derecho de los nicaragüenses habitar en un ambiente saludable, y como una obligación del Estado, la preservación, conservación y rescate del medio ambiente y de los recursos naturales (Asamblea Nacional, 2014a; 2014b).

El Proyecto se realizará al sur de la ciudad de Bluefields entre los sitios conocidos como Punta Masaya y Lunku Creek, será ejecutado en el municipio de Bluefields (RACCS), por tanto, el marco legal regulatorio deberá vincularse a las normativas de esta Región y otras leyes concernientes al medio ambiente y recursos naturales.

Este aspecto es sustentado con lo mencionado en la Ley 217. Ley General del Medio Ambiente y sus reformas (Ley 647), que en su artículo 25 menciona que el Sistema de Evaluación Ambiental será administrado por el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales en coordinación con las instituciones que correspondan (Asamblea Nacional, 2008, 2014b).

Marco Legal Regional

Ley 28: Ley de Autonomía y su Reglamento

De acuerdo al Reglamento de la Ley de Autonomía en su artículo 19 inciso a) el Reglamento define poner en práctica, en coordinación con los ministerios e instituciones estatales pertinentes, normas específicas para regular el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales en las Regiones Autónomas. Igualmente, un sistema regional de regulación, control y evaluación, para cuyo funcionamiento se contemple la participación comunal y tenga un fuerte contenido educativo (Asamblea Nacional, 2016).

Formular y ejecutar en coordinación con el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) y otras entidades, un programa encaminado al ordenamiento del territorio de las Regiones Autónomas para el aprovechamiento de sus recursos naturales (Asamblea Nacional, 2016; INETER, 2001).

Ley 40: Ley de Municipios y sus Reformas

Establece que los Municipios son Personas Jurídicas de Derecho Público, con plena capacidad para adquirir derechos y contraer obligaciones y dispone en su Artículo 7 que. El Gobierno Municipal tendrá, entre otras, las competencias siguientes: Los Gobiernos Municipales tienen competencia en todas las materias que incidan en el desarrollo socioeconómico de la región y en la conservación del ambiente y los recursos naturales de su circunscripción territorial (Asamblea Nacional, 2013).

Ley 445 Ley del Régimen de Propiedad Comunal de los Pueblos Indígenas y Comunidades Étnicas

El objetivo de esta Ley es regular el régimen de la propiedad comunal de las tierras de las comunidades indígenas y étnicas de la Costa Atlántica y las cuencas de los ríos Coco, Bocay, indio y Maíz. Los miembros de las comunidades o conjunto de comunidades tienen derecho de ocupación y usufructo de acuerdo a las formas tradicionales de tenencia de la propiedad comunal (Asamblea Nacional, 2003).

A pesar que la ciudad de Bluefields y sus alrededores son reclamados por el Gobierno Comunal Creole y que incluyen en alguna medida al Puerto El Bluff, dicha solicitud aún no ha sido aceptada por el Gobierno Central para proceder a iniciar un proceso de Demarcación Comunal, considerado principalmente porque todas las propiedades ubicada en la ciudad han sido regidas por los derechos de propiedad privada (Asamblea Nacional, 2003; Fundación para la Autonomía y el Desarrollo de la Costa Atlántica de Nicaragua [FADCANIC], 2006).

Ley 690: Ley para el Desarrollo de Zonas Costeras

El objeto de la Ley para el Desarrollo de Zonas Costeras es regular el uso y aprovechamiento sostenible y garantizar el acceso de la población a las zonas costeras del Océano Pacífico y del Mar Caribe (Asamblea Nacional, 2009).

A continuación, se presentan algunos artículos de importancia que se mencionan. El artículo 8 establece que la administración de las zonas costeras será competencia de los gobiernos municipales costeros en coordinación con las instituciones del gobierno central competentes por la materia. En tanto que del Artículo 34 al 40 se establece como funciona el régimen de estas concesiones y que a continuación se mencionan:

Artículo 34. De la Obtención de Concesión.

Artículo 35. Del Canon de las Concesiones.

Artículo 37. De las Personas que Pueden Presentar Solicitudes

Artículo 39. De la Extinción de la Concesión

Artículo 40. De las Causas de la Revocación de Concesiones

Marco Legal Ambiental

El Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales

Es la institución encargada de la conservación, protección y el uso sostenible de los recursos naturales y del medio ambiente. Para alcanzar sus objetivos propone, dirige y supervisa el cumplimiento de las políticas nacionales del ambiente tales como las normas de calidad ambiental y de aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.

El principal instrumento legal y normativa con que cuenta el MARENA es la Ley 217, Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, publicada en el año 1996 y que constituye el marco legal del que parte el sistema jurídico en relación al medio ambiente y los recursos naturales, y contiene las normas generales para regular la conservación, protección, mejoramiento y restauración (Asamblea Nacional, 2008, 2014b).

Legislación Internacional

Convenio internacional sobre los humedales (RAMSAR, Irán 1971)

Este instrumento internacional establece en su Arto.3. como obligación de las partes contratantes, el deber de elaborar y aplicar su planificación de forma que favorezca la conservación de los humedales incluidos en la Lista y, en la medida de lo posible, el uso racional de los humedales de su territorio (Convención Relativa a los humedales de Importancia Internacional (Ramsar), 1984; Secretaría de la Convención de Ramsar, 2006).

Los principales procesos naturales que se dan en el sistema sustentan pesquerías artesanales (peces, camarones, langosta, ostras, cangrejos otros), que son la base económica y cultural de los grupos étnicos. Es el sitio N° 1139 (Castrillo et al., 2000).

Convención de Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar 1982

La convención de naciones unidas sobre el derecho del mar a veces denominada CONVEMAR o Convención del Mar La Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar – CNUDM - Convención sobre el Derecho del Mar o Convención del Mar, a veces también llamada CONVEMAR, es considerada uno de los tratados multilaterales más importantes de la historia, desde la aprobación de la Carta de las Naciones Unidas, siendo calificada como la Constitución de los océanos (Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar [CONVEMAR], 2011).

Conferencia sobre Medio Ambiente y Desarrollo. Rio de Janeiro 1992

La conferencia de Naciones Unidas sobre Ambiente y Desarrollo (CNUMAD) estableció el Principio 17, el cual dispone que ddeberá emprenderse una Evaluación de Impacto Ambiental, en calidad de instrumento nacional, respecto de cualquier actividad propuesta que probablemente haya de producir un impacto negativo considerable en el medio ambiente y que esté sujeta a la decisión de una autoridad nacional competente (CNUMAD, 1999).

Convenio sobre la Diversidad Biológica 1992

Es un instrumento internacional de alcance global enfocado al tema de diversidad biológica y sus componentes en el artículo 14 dispone que cada estado establecerá procedimientos apropiados para que exija la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) de sus proyectos propuestos que pueden tener efectos adversos importantes para la diversidad biológica con miras a evitar o reducir al mínimo esos efectos y cuando procedan permitirán la participación del público en esos procedimientos (Convenio Sobre La Diversidad Biológica, 2010).

Descripción del Proyecto

Límites del área de influencia del proyecto

Los límites de influencia de un proyecto dependen de los factores afectados y el impacto que pueda generarse en la ejecución de este. Por tanto, se han clasificado 2 áreas de influencia:

Figura 1

Diseño ilustrativo de las Alternativa 1A y 1B. Muestra las dos opciones de cruzar la Bahía de Bluefields hasta el sitio del Puerto



Fuente: Gapro, S.A. y el Consorcio Arcadis/Camacho & Mora

Figura 2

Alternativa 1A. Posible construcción del Canal que cruza la abertura norte de la Bahía de Bluefields



Fuente: Gapro, S.A. y el Consorcio Arcadis/Camacho & Mora

Alternativa 1B: Bluefields. Canal a través de una nueva apertura en la isla del Venado; fragmentación de la isla en un ancho de 300 m, por el largo del ancho de la isla (más o menos 900 m) y una profundidad de 16 metros.

Figura 3

Alternativa 1B. Posible construcción del Canal que cruza la abertura norte de la Bahía de Bluefields



Fuente: Gapro, S.A. y el Consorcio Arcadis/Camacho & Mora

Área de Influencia Directa:

Está definida como la porción de terreno o espacio, que es intervenida o será afectada por los impactos de la actividad por las obras o actividades del proyecto, como, por ejemplo: área de construcción de obras civiles, caminos, canales de navegación, zonas de pesca, áreas de cultivos y las afectaciones en la belleza escénica del lugar.

Área de Influencia Indirecta:

Es la porción de terreno o espacio circundante que pueden recibir impacto de forma indirecta de los efectos manifestados en las áreas directamente afectadas por las acciones del proyecto. Tomando como referencia estas definiciones, se han establecido criterios para determinar las áreas de influencia tanto directa como indirecta del proyecto por las actividades que puedan ejercer transformaciones al medio o efectos acumulativos por impactos generados. La identificación de estas áreas se hace necesaria para su posterior análisis en la identificación de los impactos y la definición de las medidas de mitigación.

Área de influencia directa

a) Medio Físico

Con respecto a las afectaciones en el aire se han considerado que los principales problemas estarán relacionados con las partículas de suelo suspendidas en el aire y el ruido producido por la maquinaria utilizada durante la construcción de las obras. Así mismo se podrán tener afectaciones de contaminación por ruido durante la operación del proyecto, principalmente vinculados al funcionamiento de los motores de las embarcaciones.

En el caso de las afectaciones al suelo, se considera que es uno de los elementos más afectados, debido a que por la naturaleza del proyecto implica la apertura de una brecha o división del extremo norte de la Isla del venado en dos partes, esto implicaría la remisión de 4,320,000 m³ de suelo, esto sin meter la cantidad de sedimento que serán dragados de las zonas del canal en caso de la Alternativa A o B.

En relación con el recurso hídrico (agua), se identifican impactos directos en el ecosistema marino costero de la Bahía de Bluefields a partir de las actividades en las etapas de construcción de las obras y en la fase de operación del del canal. Así mismo se identifican potenciales impactos en las reservas de agua subterránea y de las aguas subsuperficial, así como el agua de la laguna, debido a que será fuente de abastecimiento durante la fase de construcción y en la fase de operación del del canal, tanto para el consumo humano como para los diversos servicios que prestará el canal (lavado de ropas, actividades de limpieza, transporte, dragado).

b) Medio Biótico

En lo que respecta al medio biótico, las mayores afectaciones se darán en el medio marino, tanto en la fase de construcción de las obras como en la operación del proyecto. En el caso de los ecosistemas terrestres una de las alternativas implica la transformación y modificación del paisaje por completo. Esto implica la división o fragmentación del ecosistema. De manera que se prevén compensaciones sobre los componentes de dicho ecosistema.

c) Medio Perceptual

Sobre el factor perceptivo o belleza escénica del área, se identifica un impacto positivo como resultado de la construcción de la obra, ya que es un área que no se encuentra muy intervenida y con infraestructura en mal estado. En este sentido, el área donde se desarrollará el proyecto es parte de la zona marítima costera del Bluff y de Bluefields, en los que se pueden identificar cambios que pueden afectar a la dinámica del ecosistema de manera temporal y/o permanente.

d) Medio Socioeconómico

El desarrollo del proyecto contempla la contratación de personal temporal y permanente, tanto en la etapa de construcción como en la de operación y mantenimiento. Así mismo, se identifica un impacto indirecto en los aspectos socioeconómicos del poblado y del municipio, principalmente al sector de pesca artesanal de Bluefields, El Bluff y los comunitarios de Rama Cay.

Área de Influencia Indirecta

Para definir esta área se han tomado en cuenta los mismos factores y variables representativas a una escala más amplia igualmente derivados de la construcción y operación del proyecto. En el caso del área de influencia indirecta, se ha definido todo el resto del territorio del Bluff desde el borde del área de influencia directa del proyecto, debido a que en el mismo se espera un impacto representativo, tanto en la etapa de construcción como en la de operación del proyecto, como resultado de la operación del atracadero. El área aproximada de influencia directa del proyecto es de 100 km² de las cuales aproximadamente unos 40 km² son de área marino-costera, 10 km² equivale a tierra firme (Isla del Venado y Punta Masaya) y unos 50 km² serían afectaciones al sistema Lacustre de la Bahía de Bluefields.

a) Medio Físico

Como se mencionó anteriormente, para el caso del aire la mayoría de los impactos son en el área de influencia directa, principalmente por el limitado alcance de las partículas en suspensión en la etapa de construcción y la poca utilización de maquinaria pesada en dicha etapa. En este sentido, en el área de influencia indirecta se pueden presentar algunos problemas de contaminación por ruido, debido a las actividades de construcción de las obras y al ruido de los motores de las embarcaciones en la etapa de operación de la marina.

En el caso del agua, en la etapa de construcción se ha considerado el impacto como resultado de la demanda del recurso para consumo y construcción lo cual puede incidir en la disponibilidad de éste recursos para la población del El Bluff. Además, se identifica el impacto indirecto como resultado de la eventual contaminación que pueda surgir producto del manejo de aguas residuales y enturbecimiento del cuerpo de agua en el proceso de dragado.

b) Medio Biótico

Como se mencionó anteriormente, con respecto a la flora y fauna terrestre del área, se ha considerado que los impactos pueden ser significativos y repercutir de manera espacial o temporal. En este sentido, las mayores afectaciones podrían darse en los ecosistemas marinos aledaños, debido al incremento en el tráfico acuático relacionado al funcionamiento del canal.

c) Medio Perceptual

El medio perceptual o belleza escénica en el área de influencia indirecta sufrirá modificaciones en la opción B debido a que se partirá la isla y se realizará infraestructura de arribo(atraco) de embarcaciones en punta Masaya- Bluefields. mientras que en el caso A, se modificará únicamente la parte de punta Masaya- Bluefields infraestructura de arribo(atraco) de embarcaciones, ya que en el dragado será un proceso temporal.

d) Medio Socioeconómico

En el medio socioeconómico se identifica un impacto positivo mediante la generación de empleos.

Descripción del Medio Ambiente

El Medio Abiótico:

Tipo de clima

El clima de la Costa Caribe de Nicaragua es cálido y húmedo, y en buena medida está controlado por factores que se encuentran fuera del área del proyecto, en particular por las aguas marinas relativamente cálidas que se encuentran sobre la extensa plataforma continental (Ryan, 1992; Ryan, 1995; Ryan & Zapata, 2003), así como por los vientos alisios, tormentas y precipitación. Aunque todos estos factores puedan afectar el proyecto en una manera u otra, la situación creada después del proyecto proveerá más seguridad contra desastres naturales para el Bluff y la Ciudad de Bluefields.

El municipio de Bluefields tiene un clima tropical húmedo con una temperatura promedio anual de 28 ° C y una máxima absoluta de 32°C. Los meses más calurosos son marzo y abril y los más frescos son Julio, noviembre, diciembre y enero. La precipitación pluvial es de 5000 mm anuales. Las cantidades máximas de precipitación, se registran en los meses de julio y agosto y las mínimas entre marzo y abril (Arauz, 2001).

Los vientos soplan desde el Este entre los meses de enero a julio y desde el noreste, entre julio y diciembre. Históricamente la velocidad del viento ha oscilado en 4.5 m/seg (INETER, 2001).

Temperaturas promedio, máximas y mínimas extremas

En las Regiones Autónomas del Atlántico Sur, las temperaturas oscilan desde entre el rango de 24°C hasta los 26°C, siendo el periodo de meses más calientes el de marzo a julio (INETER, 2001).

El municipio de Bluefields tiene un clima tropical húmedo con una temperatura promedio anual de 28 ° C y una máxima absoluta de 32°C. Los meses más calurosos son marzo y abril y los más frescos son julio, noviembre, diciembre y enero. La precipitación pluvial es de 5.000 mm anuales; el mes más lluvioso es julio siendo marzo el mes en que menos lluvias caen en el municipio. Los vientos soplan desde el este entre los meses de enero a julio y desde el noreste, entre julio y diciembre (INETER, 2015).

Humedad relativa

La humedad relativa está claramente definida por los regímenes de radiación solar, viento, precipitación y temperatura del aire; así la Región del Atlántico los valores máximos que varían de 80 % a 90 % (INETER, 2001).

Radiación solar

Durante la estación lluviosa (de mayo a noviembre) los vientos del noreste acarrearán nubes de lluvia hacia tierra firme. Durante la estación seca, los vientos alisios transportan corrientes fuertes de aire seco hacia la costa, de diciembre a inicios de marzo. También se producen microclimas que ya se han visto alterados por la deforestación, la quema y la contaminación, además de las alteraciones causadas por el cambio climático global, especialmente cerca de las áreas de humedales (Ryan & Zapata, 2004).

De acuerdo con INETER, 2011, en la Región Autónoma del Atlántico Sur, las lluvias acumuladas para la temporada lluviosa en este año oscilaron entre los 1075 mm y 1400 mm (NH 1286 mm.), sin embargo, se registró un déficit de precipitación que va desde el 1 al 17% para este periodo, en comparación con el registro histórico de dicha zona (INETER, 2011).

Patrones de corrientes

Durante el período seco, en llenante, las aguas del mar entran a través de El Bluff y la Barra Hone Sound hacia el interior de la Laguna y durante la vaciante el proceso se invierte. Durante el periodo de lluvias, las precipitaciones dan lugar a gradientes horizontales de densidad a lo largo de la laguna, y forman una corriente principal con la dirección al sur. Durante la llenante a través de El Bluff el agua del océano penetra hacia el interior de la Laguna, empujando el agua fresca hacia el sur. Durante el vaciante las aguas frescas se descargan hacia el mar a través de El Bluff y la Barra de Hone Sound, conservando una circulación con el fuerte componente sur (Centro de Ingeniería y Manejo Ambiental de Bahías y Zonas Costeras [CIMAB], 1996).

Las corrientes en el litoral se mueven hacia el sur y la influencia mareal es mínima. La velocidad máxima es de aproximadamente 1 m/seg. (julio a octubre) y la velocidad mínima es alrededor de 0.1 m /seg. (enero-febrero). Estimaciones del transporte neto de sedimentos indican que este puede alcanzar los 480,000 m³ por año, con más de 93% de estos moviéndose hacia el sur (Dumailo, 2003).

Acumulación de sedimentos

La entrada de los sedimentos de origen terrestre se observa durante todo el año a través de las aguas de los ríos, que se desembocan en la Laguna. Las condiciones morfológicas de la cubeta lacustre y batimétrica de la Laguna de Bluefields permiten la dinámica de corrientes en la dirección del norte al sur, desde la Entrada del Río Escondido hasta la Barra Hone Sound (Brenes et al., 2007).

Los estudios indican, que los sedimentos francos arenosos se ubican en la cercanía del mar frente a El Bluff. Los sedimentos cercanos al mar, con el predominio de arena,

poseen menor contenido de materia orgánica zona 5, de muestreo mientras que en las zonas de muestreo más adentro de la laguna presentan mayor contenido de materia orgánica (Brenes et al., 2007; Brenes & Castillo, 1999; Dumailo, 2003).

III. Materiales y métodos

Metodología (Hidrodinámica y calidad de agua)

El estudio realizado es de tipo descriptivo y de corte transversal, con un enfoque cuali y cuantitativo. Lo primero que se hizo fue una revisión bibliográfica exhaustiva de temas, artículos, libros y documentos con trabajos similares a este proyecto, esto fue un trabajo de gabinete.

Posteriormente se realizó el trabajo de campo a través de muestreos de flora y fauna terrestre y acuática de los 6 sitios definidos y establecidos de manera estratégica. Las variables físico-químicas (pH, oxígeno disuelto, temperatura, salinidad, y conductividad) se midieron in situ en los seis puntos de muestreo con la ayuda de una sonda multiparamétrica modelo HANNA HI9828. La turbidez se midió con un Turbidímetro HACH 2100N expresada en unidad de medida NTU y los Sólidos Disueltos se analizaron con el multiparámetro HACH sension156 expresadas en mg/l.

Las capturas de peces se realizaron con red agalleras de 3 pulgadas de luz maya y una longitud de 30 metros por 2 de alto, anzuelos y una atarraya de 6 pies.

Se utilizó una red bongo y botella oceanográfica para recolectar muestras de Plancton, para el bento se utilizó una draga.

Para la identificación taxonómica de los peces se utilizaron las guías:

- Freshwater fishes of Costa Rica. Peces de las Aguas Continentales de Costa Rica.
- Guía de campo de las especies comerciales marinas y de agua salobres de la costa septentrional de sur América.
- Guía FAO para la identificación de Especies para los fines de la pesca.
- Peces nicaragüenses de agua dulce.
- La caracterización de las especies de peces de valor comercial de la Bahía de Bluefields y su alrededor.
- Ictiofauna del río Mahogany y su afluente Caño Negro.

IV. Resultados y discusión

Resultados fisicoquímicos del agua de la laguna (Bahía de Bluefields) y de la muestra de agua de mar

Se tomaron 2 muestras de agua para medir las principales variables tomadas en cuenta en el estudio, la primera corresponde a la Bahía de Bluefields y la otra corresponde a la muestra de agua de mar, la cual se tomó frente a la barra del Bluff. Al ser muestras puntuales no se pueden hacer comparaciones entre variables, pero si podemos observar que las muestras de agua de mar presentan mayor conductividad, salinidad y mayor pH en comparación con la muestra de la Bahía de Bluefields, en cambio los valores de turbidez y coliformes totales del agua de mar son menores en comparación con los valores del agua de la Bahía de Bluefields (Ver Tabla 1).

Tabla 1
Resultados de las variables Físico-Química de las muestras de agua de la Bahía de Bluefields y el agua de mar

Variable	Resultado (Bahía de Bluefields)	Resultados (Agua de Mar)
Temperatura	26°C	25,6 °C
Conductividad eléctrica	5,48 ms/cm	12,73 ms/cm
Conductividad de sales	3,2 o/oo	8 o/oo
Conductividad TDS	3,10 g/l	7,68 g/l
pH	6,47	7,28
Salinidad	1,2%	3,3%
Turbidez	15,6 NTU	0,77 NTU
Coliformes Totales	1100 ufc	39 ufc

Realizada la visita a campo se definieron 6 puntos de interés, de acuerdo a los intereses del proyecto, los cuales son las zonas de influencia directa e indirecta del canal que se tiene proyectado realizar en la Bahía de Bluefields.

Sitios de muestreo

Tabla 2
 Datos geográficos zona 17 tomados en UTM WGS84

Numero	Lugar	Zona 17 UTM	
		X	Y
A	Barra del Bluff	207678	1325522
B	Costa frente Isla del Venado	204449	1325056
C	Canal	206030	1329808
D	Desembocadura del Rio Escondido	200710	1332009
E	Boca de Lunku Creek	198387	1325675
F	Costa detrás de Isla del Venado	201393	1325182

Figura 4
 Localización de los sitios del biomonitorio en la zona de influencia del Proyecto del Puerto de aguas profundas



Fuente: Google Earth Pro, 12/20/2023

Medio Biótico

Tabla 3
Lista de los principales géneros y especies de algas encontrados

N°	Géneros	Especies
1	Eucheuma	<i>Eucheuma isiforme</i>
2	Gracilaria	<i>Gracilaria domingensi</i>
3	Dasya	<i>Gracilaria cuneata</i>
4	Pleonosporium	<i>Gracilaria cornea</i>
5	Spyridia	<i>Acanthophora spicifera</i>
6	Acantophora	<i>Dasya harveyi</i>
7	Lomentaria	<i>Dasya crouaniana</i>
8	Botryocladia	<i>Pleonosporium flexuosum</i>
9		<i>Spyridia filamentosa</i>
10		<i>Sagassum sp.</i>
11		<i>Botryocladia occidentales</i>
12		<i>Eucheuma isiforme</i>
13		<i>Spyridia hipnoides</i>
14		<i>Condrus crispus</i>

Flora

Tabla 4
Lista de especies más comunes en la Isla del Venado y zonas aledañas

N°	Familia	Especies
1	Apocynaceae	<i>Tabernaemontana arborea</i>
2	Araceae	<i>Montrichardia arborescens</i>
3	Arecaceae	<i>Acoelorrhaphe wrightii</i>
4	Avicenniaceae	<i>Avicennia germinans</i>
5	Chrysobalanaceae	<i>Hirtella triandra</i>
		<i>Conocarpus erectus</i>
6	Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i>
		<i>Terminalia callapa</i>
7	Fabaceae (Papilionidea)	<i>Andira inermis</i>
8	Malvaceae	<i>Hibiscus pernambucensis</i>
9	Polygonaceae	<i>Cocoloba uvifera</i>
		<i>Rhizophora mangle</i>
10	Rhizophoraceae	<i>Pelliciera Rhizophorae</i>

Fauna (acuática y terrestre)

Tabla 5
Lista de mamíferos terrestres y acuáticos del área de estudio

N°	Familia	Especies	Nombre Comuna
1	Procyonidae	<i>Nasua nasua</i>	Pizote
		<i>Procyon lotor</i>	Mapache
2	Sasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Cusuco o armadillo
3	Aguotidae	<i>Aguoti paca</i>	Guardatinaja
4	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guatuza
		<i>Cebus capacinus</i>	Mono cariblanco
5	Cebidae	<i>Alouata palliata</i>	Mono aullador
		<i>Ateles geoffroyi</i>	Mono araña
6	Didelphidae	<i>Didelphis sp.</i>	Zorro o Zarigüeyas
		<i>Chironectes minimus</i>	Zorro de agua
7	Bradypodidae	<i>Bradypus variegatus</i>	Perezoso trigarfiado
		<i>Leopardus sp.</i>	Tigre
8	Felidae	<i>Puma concolor</i>	Puma
		<i>Panthera onca</i>	Jaguar
9	Trichechidae	<i>Trichechus manatus</i>	Manaties
10	Tayassuidae	<i>Tayassu tajacu</i>	Jabali
		<i>Dicotyles pecari</i>	Sahino
11	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca
12	Delphinidae	<i>Sotalia fluviatilis</i>	Delfín lagunero
13	Trichechidae	<i>Trichechus manatus</i>	Manatí

Tabla 6
Lista de anfibios y reptiles del área de estudio

N°	Anfibios	Reptiles
1	<i>Bufo sp.</i> (sapos)	<i>Caiman crocodilus fuscus</i> (Cuajipal)
2	<i>Gymnopsis multiplicata</i>	<i>Trachemys scripta</i> (tortuga amarilla)
3	<i>Dendrobates sp.</i> (ranas)	<i>Iguana iguana</i>
4	<i>Agalychnis callidryas</i>	<i>Boa constrictor</i>
5		<i>Basiliscus sp.</i>
6		<i>Celestus sp.</i>
7		<i>Lampropeltis abnorma</i>
8		<i>Bothrops asper</i>
9		<i>Rhinoclemmys annulata</i>
10		<i>Oxybelis aeneus</i>
11		<i>Trachemys scripta</i>
12		<i>Kinosternon scorpiodes</i>
13		<i>Nicrurus nigrocinctus</i>

Aves

Tabla 7
Lista de aves presentes en los humedales de la zona de estudio

N°	Especie	Nombre común
1	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelicano
2	<i>Catotrophorus semipalmatus</i>	Playero aliblanco
3	<i>Eudocimus albus</i>	Ibis blanco
4	<i>Chloroceryle aemnea</i>	Martin pescador enano.
5	<i>Egretta thula</i>	Garceta patiamarilla
6	<i>Nyctanassa violácea</i>	Martinete cangrejero
7	<i>Thalasseus maximus</i>	Pagaza real
8	<i>Butorides virescens</i>	Garcilla capiverde
9	<i>Larus atricilla</i>	Gaviota reidora
10	<i>Rynchops Níger</i>	Rayador negro
11	<i>Arenaria interpres</i>	Vuelve piedra rojiza
12	<i>Ardea herodias</i>	Garzon azul
13	<i>Crax rubra</i>	Pavon grande
14	<i>Penelope purpurascens</i>	Pava crestada
15	<i>Amazona autumnalis</i>	Loro copete rojo
16	<i>Pionopsitta haematotis</i>	Loro cabecipardo

Peces

Tabla 8

Lista peces que habitan de forma temporal y/o permanente en la bahía de Bluefields

N°	Nombre científico	Nombre común
1	<i>Anchoa parva</i>	Anchoa enana
2	<i>Bairdella rhonchus</i>	Roncador
3	<i>Caranx hipos</i>	Jack
4	<i>Cathorops spixii</i>	Tunky
5	<i>Centropomus pectinatus</i>	Robalo – big bone
6	<i>Centropomus undecimales</i>	Robalo blanco
7	<i>Diapterus rhombeus</i>	Mojarra
8	<i>Eugerres plumieri</i>	Palometa
9	<i>Lutjanus jocus</i>	Pargo
10	<i>Micropogonia furnieri</i>	Curvina
11	<i>Meticirrus americanus</i>	Pispis
12	<i>Mugil curema</i>	Lisa
13	<i>Oligoplites palometas</i>	Zapatera
14	<i>Opisthonema oglinum</i>	
15	<i>Polydactylus oligodon</i>	Pez gato (7 barbas)
16	<i>Prepilus paru</i>	Joborado
17	<i>Selene vómer</i>	Caballa
18	<i>Selene setapinnis</i>	
19	<i>Sphyraena guanchancho</i>	Barracuda
20	<i>Stronylura marina</i>	Pez aguja
21	<i>Rachycentrun canadun</i>	
22	<i>Larimus breviceps</i>	
23	<i>Harengula clupeola</i>	
24	<i>Oligoplites saurusa</i>	
25	<i>Scombreromorus brasiliensis</i>	Macarela
26	<i>Cynoscion virescens</i>	
27	<i>Cynoscion acoupa</i>	
28	<i>Caranx latus</i>	Jack
29	<i>Chaetodipterus faber</i>	
30	<i>Archosargus probatocephalus</i>	
31	<i>Bragre marinus</i>	Bagre

N°	Nombre científico	Nombre común
32	<i>Polydactylus virginicus</i>	
33	<i>Conodon nobilis</i>	Roncador
34	<i>Elops saurus</i>	Ladyfish
35	<i>Megalops atlánticus</i>	Tapón
36	<i>Centropomus ensiferus</i>	Robalo aleta amarilla (calwa)
37	<i>Centropomus parallelus</i>	Robalito
38	<i>Anchoa hepsetus</i>	Anchoa banda
39	<i>Pomadasys crocro</i>	Grunt
40	<i>Lutjanus griseus</i>	Pargo

Moluscos y Crustáceos

Tabla 9
Lista de moluscos y crustáceos que habitan de forma permanente en la bahía de Bluefields

N°	Familia	Género	Especie	Nombre común
1	Ostreidae	Crassostrea	<i>Crassostrea rhizophorae</i>	Ostión de mangle
2	Neopilinidae	Neopilina	<i>Neopilina sp.</i>	Conchas blancas
3	Chitonidae	Acanthopleura	<i>Acanthopleura sp.</i>	Quitones
4	Trochidae	Monodonta	<i>Monodota tuninata</i>	Caracol de mar
5	Neritidae	Nerita	<i>Nerita sp.</i>	Caracol negro
6	Trochidae	Gibbula	<i>Gibbula sp.</i>	Caracol rosa
7	Pollicipedidae	Pollicipes	<i>Pollicipes pollicipes</i>	Cirripedio
8	Mytilidae	Mytilus	<i>Mytilus sp.</i>	Mejillones
9	Balanidae	Balanus	<i>Balanus sp.</i>	Bellota de mar
10	Ocypodidae	Ucides	<i>Ucides sp.</i>	Cangrejo de mangle
11	Gecarcinidae	Cardiosoma	<i>Cardiosoma guanhumi</i>	Cangrejo azul terrestre
12	Gecarcinidae	Cardidosoma	<i>Cardiosoma crassum</i>	Cangrejo terrestre
13	Penaidae	Xhiphopenaeus	<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>	Sea bob
14	Palaemonidae	Macrobrachium	<i>Macrobrachium carcinus</i>	Camarón de río
15	Palaemonidae	Macrobrachium	<i>Macrobrachium acanthurus</i>	Camarón de río
16	Palaemonidae	Macrobrachium	<i>Macrobrachium olfersii</i>	Camarón de río

Plancton (fitoplancton y zooplancton)

Tabla 10

Lista de Fitoplancton y Zooplancton que habitan de forma permanente en la bahía de Bluefields

N°	Lista de Fitoplancton	Lista de Zooplancton
	Bacillariophyta	<i>Calanus helgolandicus</i>
1	<i>Biddulphia sp.</i>	<i>Semibalanus balanoides</i>
2	<i>Bacteriastrium hyalinum</i>	<i>Sagitta sp.</i>
3	<i>Coscinodiscus excentricus</i>	<i>Paracalanus parvus</i>
4	<i>Coscinodiscus granii</i>	<i>Oithona nana</i>
5	<i>Rhizosolenia calcar-avis</i>	<i>Cyclops sp.</i>
6	<i>Thalassiotrix frauendeldii</i>	<i>Microsetella rosea</i>
7	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	<i>Euterpina acutifrons</i>
8	<i>Odontella sinensis</i>	<i>Temora turbinata</i>
9	<i>Hemiaulus sinensis</i>	<i>Anapagurus (larva)</i>
10	<i>Rhizosolenia stolterforthii</i>	<i>Callinectes larva</i>
11	<i>Rhizosolenia delicatula</i>	<i>Penilia avirostris</i>
12	<i>Chaetoceros crinitus</i>	<i>Paracalanus parvus</i>
13	<i>Chaetoceros sp.</i>	<i>Acartia tonsa</i>
14	<i>Chaetoceros compressum</i>	<i>Pseudodiaptomus pelagicus</i>
15	<i>Chaetoceros curvisetum</i>	<i>Gasteropoda (larva)</i>
16	<i>Chaetoceros affinis</i>	<i>Cirripedia naupilus (larval)</i>
17	<i>Chaetoceros didymus</i>	<i>Pelecypoda (larva)</i>
18	<i>Chaetoceros densus</i>	<i>Decapoda (larva y zoea)</i>
19	<i>Diploneis oblongella</i>	<i>Polychaeta (larva)</i>
20	<i>Nitzschia paradoxa</i>	
21	<i>Fragilaria ulna</i>	
22	<i>Melosira moniliformis</i>	
23	<i>Gyrosigma hippocampus</i>	
24	<i>Pleurosigma sp.</i>	
25	<i>Podocystis sp.</i>	
26	<i>Pinnularia sp.</i>	
27	<i>Paralia marina</i>	
28	<i>Lithodesmium undulatum</i>	
29	<i>Nitzshia circumscuta</i>	
30	<i>Nitzschia seriata</i>	

N°	Lista de Fitoplancton	Lista de Zooplancton
31	Cocconeis sp.	
32	Skeletonema costatum	
33	Leptocylindrus danicus	
34	Cyclotella sp.	
	Dinoflagelados	
1	Ceratum massiliense	
2	Noctiluca scintillans	
3	Protoperidinium sp.	
4	Peridinium sp.	
5	Merismopedia minina	
	Cyanophyta	
1	Anabaena sp.	
2	Aphanothece sp.	
3	Oscillatoria sp.	
4	Microcystis sp.	
5	Spirogyra sp.	
	Chlorophyta	
1	Dictyosphaerium sp.	
2	Monoraphidium sp.	
3	Micrasterias radiata	

Bentos

Tabla 11
Lista de Bentos presente en el ecosistema acuático de la laguna de Bluefields

Phyllum	Subphyllum	Clase	Orden	Familia
				<i>Alciopidae</i>
				<i>Ampharetidae</i>
				<i>Capitellidae</i>
				<i>Cossuridae</i>
				<i>Goniadidae</i>
				<i>Lumbrinereidae</i>
				<i>Nereidae</i>
		Polychaeta		
Nematoda		Hirudinea	Polychaeta	<i>Orbinidae</i>
Nemertea		Insecta	Olygochaeta	<i>Phyllodocidae</i>
Annelida	Crustacea	Ostracoda	Diptera	<i>Paraonidae</i>
Arthropoda		Malacostraca	Amphipoda	<i>Pilargidae</i>
Mollusca		Pelecypoda	Cumacea	<i>Polynoidae</i>
		Gastropoda		<i>Spionidae</i>
				<i>Syllidae</i>
				<i>Naididae</i>
				<i>Tubificidae</i>
				<i>Glossiphonidae</i>
				<i>Chironomidae</i>
				<i>Tanyponidae</i>

Los impactos sobre componente bióticos y abiótico tomando en cuenta la Alternativa A (sin cortar la isla). El canal que se generaría tendría las siguientes características físicas:

- ▶ 11 km de canal y dragado .
- ▶ Profundidad 16 mts.
- ▶ Ancho 300 mts.
- ▶ Implica la remoción de 52 millones de m³ de sedimento aproximadamente.

Impactos negativos que posiblemente generaría esta actividad

- 1) Afectación de áreas de pesca artesanal, debido a que en el proceso no se podría realizar captura de camarón, jaiba y ostión, en esas zonas siendo está el área actual de pesca de los rubros antes mencionado.
- 2) La sedimentación afectaría los bancos de ostión y almejas, ya que en esas zonas están los bancos de ostiones y almejas y abriría mucho sedimento el cual podría cubrir los bancos afectando a las especies y permitiendo proliferación de agentes patógenos o especies oportunistas como los caracoles taladradores.
- 3) La remoción de bancos de piedra puede afectar las fuentes de agua de consumo permitiendo la entrada de cuña de agua salobre en los pozos.
- 4) Afectación temporal de la turbidez del agua.
- 5) Cambio permanente de en las concentraciones de salinidad y pH dentro de la laguna.
- 6) Cambio permanente de la batimetría de la Laguna.
- 7) Afectación de la distribución de las especies estenohalinas (agua dulce).
- 8) Afectación de la distribución de las especies estenohalinas (agua dulce).
- 9) Mayor disposición de vertidos derivados de hidrocarburos.
- 10) Afectación de por ruido a diferentes especies.
- 11) Presencia de luz afectara aves migratorias y mamíferos voladores.
- 12) Pérdida de hábitat para especies acuáticas (aves, crustáceos).
- 13) Mayor introducción de cuña salina en los ríos (Lunku Creek).
- 14) Afecta interconectado eléctrico y fibra óptica.
- 15) Interrupción temporal de transporte acuático.
- 16) Afectación al plancton.

Impactos positivos que posiblemente generaría esta actividad

- 1) Dilución de organismos patógenos en el agua y desaparición de otros por aumento de salinidad y tiempo de lavado de la laguna.
- 2) Mayor drenaje de agua pluvial proveniente de la ciudad.
- 3) Creación de nuevos hábitats para aves marinas, peces, crustáceos, plancton, en caso que se creen islas como medida de compensación.
- 4) Entrada de especies eurihalinas a la laguna.
- 5) Facilidad de importación y exportación de productos.
- 6) Generación de empleos
- 7) Generación de mejores condiciones de vida en Bluefields, Bluff y Rama Cay, principalmente, si se implementan medidas de compensación sugeridas.

Tomando en cuenta la *Alternativa B* (abriendo la Isla del Venado en el extremo norte), en la cual el canal tendría las siguientes características:

- ▶ 3 km internos (laguna) – remoción de 13.5 millones de m³ de sedimento.
- ▶ 900 mts isla- 4.32 millones m³ de sedimento.
- ▶ 1400 mts mar -5 millones de m³ de sedimento.
- ▶ Total de remoción de sedimentos: 22.82 millones de m³.

Impactos negativos que posiblemente generaría la actividad

- 1) Generaría menor sedimentación en comparación con la opción A, pero presenta mayor remoción de tierra, pérdida de flora, principalmente manglares.
- 2) Afectación a especies marinas por descargue de agua dulce.
- 3) Afectación a los micrófitos acuáticos y algas.
- 4) Afectación a equinodermos (estrellas, pepinos, erizos de mar irregulares).
- 5) Afectación al plancton.

- 6) Afectación de áreas de pesca artesanal, debido a que en el proceso no se podría realizar captura de camarón, jaiba y ostión, en esas zonas está el área actual de pesca de los rubros antes mencionado.
- 7) La sedimentación afectaría los bancos de ostión y almejas, ya que en esas zonas están los bancos de ostiones y almejas y habría mucho sedimento el cual podría cubrir los bancos afectando a las especies y permitiendo proliferación de agentes patógenos o especies oportunistas como los caracoles taladradores.
- 8) Pérdida de bancos de piedra dentro de la laguna.
- 9) La remoción de bancos de piedra puede afectar las fuentes de agua de consumo permitiendo la entrada de cuña de agua salobre en los pozos.
- 10) Afectación temporal de la turbidez del agua.
- 11) Cambio permanente de en las concentraciones de salinidad y pH dentro de la laguna.
- 12) Cambio permanente de la batimetría de la Laguna.
- 13) Afectación de la distribución de las especies estenohalinas (agua dulce).
- 14) Afectación de la distribución de las especies estenohalinas (agua dulce).
- 15) Mayor disposición de vertidos derivados de hidrocarburos.
- 16) Afectación de por ruido a diferentes especies.
- 17) Presencia de luz afectara aves migratorias y mamíferos voladores.
- 18) Pérdida de hábitat para especies acuáticas (aves, crustáceos).
- 19) Mayor introducción de cuña salina en los ríos (Lunku Creek).
- 20) Pérdida de hábitat a especies terrestres como marinas al partir la isla.
- 21) Afecta interconectado eléctrico y fibra óptica.
- 22) Interrupción temporal de transporte acuático.

Impactos positivos que posiblemente generaría la actividad

- 1) Dilución de organismos patógenos en el agua y desaparición de otros por aumento de salinidad y tiempo de lavado de la laguna.
- 2) Mayor drenaje de agua pluvial proveniente de la ciudad.
- 3) Creación de nuevos hábitats para aves marinas, peces, crustáceos, plancton, en caso que se creen islas como medida de compensación.
- 4) Entrada de especies eurihalinas a la laguna.
- 5) Mayor seguridad en la isla, debido a que debe haber sistema permanente de vigilancia.
- 6) Facilidad de importación y exportación de productos.
- 7) Generación de empleos.
- 8) Generación de mejores condiciones de vida en Bluefields, Bluff y Rama Cay, principalmente, si se implementan medidas de compensación sugeridas.

Criterio sobre valoración del sitio con menor generación de impactos ambientales

Toda intervención implica afectaciones directas o indirectas a los ecosistemas y en dependencia de las medidas de mitigación y compensación se podrían minimizar los impactos negativos que se generen al ambiente y los distintos ecosistemas. En ambas alternativas se han identificado las mismas afectaciones al recurso y a las mismas zonas de pesca en el ecosistema acuático.

Sin embargo, si se decide por la **Alternativa A** se estaría afectando y comprometiendo el abastecimiento de agua potable al Puerto del Bluff, ya que el dragado a realizarse podría afectar el banco natural de piedra que se encuentra en la ruta prevista del proyecto en dos puntos distintos. Este banco de piedras sirve como filtro natural, abasteciendo de agua dulce a los pozos utilizados para el consumo de sus habitantes, además le da estabilidad al puerto del Bluff y al litoral rocoso de sus alrededores.

Por lo tanto, consideramos que la **Alternativa B** sería la menos perjudicial para el ecosistema acuático, siempre y cuando se tomen todas las medidas pertinentes para mitigar y compensar los impactos directos generados al ecosistema. En comparación con la Alternativa A que genera menos sedimento, en consecuencia, también menos

afectación a los organismos filtradores y a las poblaciones icticas, evaluamos la **Alternativa A** como la más viable, ya que existe una ruta casi definida, además sería la ruta menos costosa en términos económicos.

Una buena gestión antes, durante y después de ejecutado el proyecto ayudaría a minimizar los impactos negativos generados, así como la implementación de un programa de gestión ambiental permanente que monitoreo el comportamiento de las variables ambientales y de los componentes bióticos y abióticos en el área de influencia del proyecto.

V. Conclusiones

Tomando en cuenta los impactos negativos y positivos que posiblemente se generarían con las obras a realizarse en el sitio seleccionado se recomienda tomar las siguientes medidas.

- Es necesario la creación de una estación biológica que permita el monitoreo de las variables Físico-Química de las aguas, así como el monitoreo de la biodiversidad Ictica, flora y fauna.
- Realizar un análisis beneficio costo más detallado, que involucre a todos los sectores de la población, no sólo al sector pesca, sino también al sector comercio e infraestructura.
- Creación de islas artificiales para la retención del sedimento generado por las obras del dragado.
- Crear programas de reforestación y restauración del ecosistema de manglar en las áreas afectadas y lugares perturbados por las distintas actividades que realizara el proyecto del canal.
- Fomentar el desarrollo de la pesca artesanal a través de programas de acuicultura comunitaria, capacitación y equipamiento de las cooperativas de la zona.
- Fortalecer las actividades de cultivo de camarones, jaibas, ostiones y almejas en las áreas tradicionales de pesca de estas especies, con el fin de desarrollar al sector artesanal de la región y las capacidades de los pescadores comunitarios de la zona.

Recomendaciones en cuanto algunas medidas de mitigación y compensación

- 1) Crear un programa de becas de estudios de grado y post grado en temas específicos relacionados a medioambiente, oceanografía y cuencas hidrográficas.
- 2) Generación de energía eólica o solar, para las luces en el canal.
- 3) Creación de mejores condiciones de infraestructura y servicios (energía eléctrica, agua potable, escuelas, centros de salud, instalaciones deportivas, sistemas de transporte acuático, andenes) en Bluefields el Bluff y Rama Cay.
- 4) Insumos de pesca para pescadores artesanales de la zona.
- 5) Capacitaciones sobre, protección del medio ambiente, navegación y organización pesquera a los pescadores y población en general.

VI. Agradecimiento

Agradecer a la empresa Gapro, S.A. y el Consorcio Arcadis/Camacho & Mora quienes llevan a cabo la coordinación del proyecto “Estudio de Factibilidad para accesos y construcción de Puerto de aguas profundas en Bluefields”, por haber financiado esta investigación.

VII. Referencias

- Arauz, J. (2001). *La caracterización de las especies de peces de valor comercial de la Bahía de Bluefields y su alrededor*. DIPAL, 2001.
- Asamblea Nacional de Nicaragua. (2003). *Ley No. 445 (Ley del Regimen de Propiedad de los Pueblos Indigenas y Comunidades Etnicas de las Regiones Autonomas de la Costa Atlantica de Nicaragua y de los Ríos Bocay, Coco, Indio y Maiz*. Asamblea Nacional de la Republica de Nicaragua. La Gaceta N° 16.
- Asamblea Nacional de Nicaragua. (2008). *Ley N° 647. Ley de Reformas y Adiciones a la Ley N°. 217, “Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales”*. La Gaceta N° 62. http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-86093_archivo_pdf.pdf
- Asamblea Nacional de Nicaragua. (2009). *Ley 690. Ley para el Desarrollo de las Zonas Costeras*. Publicada en La Gaceta, Diario Oficial No. 141 del 29 de Julio de 2009.
- Asamblea Nacional de Nicaragua. (2013). *Ley N° 40 “Ley de Municipios con reformas incorporadas”*. La Gaceta N° 6. Ley N° 40 aprobada el 3 de junio del 2012. <https://doi.org/10.1130/G24628.1>

- Asamblea Nacional de Nicaragua. (2014a). *Constitución Política de la República de Nicaragua*. Texto íntegro con reformas incorporadas a 2014.
- Asamblea Nacional de Nicaragua. (2014b). *Ley N° 217, "Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales"*. Publicada en La Gaceta N°20 del 31 de Enero del 2014.
- Asamblea Nacional de Nicaragua. (2016). *Ley N° 28. "Estatuto de Autonomía de las Regiones de la Costa Caribe de Nicaragua"*. La Gaceta N° 155. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Brenes, C. L., Hernández, A., & Ballestero, D. (2007). Flushing time in Perlas Lagoon and Bluefields Bay, Nicaragua. *Investigaciones Marinas*, 35(1), 89–96. <https://doi.org/10.4067/S0717-71782007000100008>
- Brenes, C. L., & Castillo, E. (1999). Hidrografía de la bahía de Bluefields. In *Proyecto DIPAL II, Bluefields, Nicaragua*.
- Castrillo, M., Ramos, Z., & Karremans, J. (2000). *Ficha Técnica Ramsar: Sistema de Humedales de la Bahía de Bluefields. Bluefields, Nicaragua*.
- Celma Gamó, M., Paredes Cañadas, L., & Izquierdo Figarola, J. (2009). *Diagnóstico socioambiental y propuestas de mejora de la gestión integral de los residuos sólidos urbanos de Bluefields (RAAS, Nicaragua)*.
- Centro de Ingeniería y Manejo Ambiental de Bahías y Zonas Costeras (CIMAB). (1996). *Estudio de Caso: Laguna de Bluefields, Nicaragua. Bases para la formulación de un Plan de Manejo Ambiental*. Proyecto Regional PNUMA CAR/ P / CR/ 5101–90 05(2494). La Habana, Cuba.
- Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD). (1999). *Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, Habiéndose reunido en Río de Janeiro del 3 al 14 de junio de 1992.
- Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CONVEMAR). (2011). *Convención de las Naciones Unidas sobre el derecho del mar. Convenio Dictamen de la Corte Constitucional 7*. Septiembre 2011. In *Derecho del mar Boletín*. <https://doi.org/10.18356/cb4c9465-es>
- Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional (Ramsar). (1984). *Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas*.

RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE

- Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2010). Convenio sobre la Diversidad Biológica: <https://www.cbd.int/gbo/gbo3/doc/GBO3-Summary-finales.pdf> (2010).
- Dumailo, S. (2003). *Evaluación de la problemática ambiental en la Laguna de Bluefields por medio de estudio de algunos aspectos de sedimentación y contaminación*, RAAS, Nicaragua. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua.
- Fundación para la Autonomía y el Desarrollo de la Costa Atlántica de Nicaragua (FADCANIC). (2006). *Hablemos de la ley 445. Promoción y divulgación de la ley 445 entre la población mestiza de la Región Autónoma Atlántico Norte – RAAN, Nicaragua*.
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER). (2001). *Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales*. <https://www.ineter.gob.ni/>. <https://www.ineter.gob.ni/>
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER). (2011). *Datos de la distribución espacial de las precipitaciones a nivel nacional*. <https://www.ineter.gob.ni/>. <https://www.ineter.gob.ni/>
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER). (2015). *Los Ecosistemas de Nicaragua y su Estrategia*. <https://www.ineter.gob.ni/>. <https://www.ineter.gob.ni/>
- Ryan, J. (1992). Medioambientes marinos de la Costa Caribe de Nicaragua. *Wani*, 12, 35–47.
- Ryan, J. (1995). Recursos pesqueros y sostenibilidad en el Caribe nicaragüense. *Wani*, 16, 5–21.
- Ryan, J. (2006). Los humedales de la bahía de Bluefields. *Wani*, 45, 45–67.
- Ryan, J., & Zapata, Y. (2003). Nicaragua's coral reefs: status, health and management strategies. *Latin American Coral Reefs*, 203–222.
- Ryan, J., & Zapata, Y. (2004). The corals of Nicaragua. *Cortes J Coral Reefs of Latin America*.
- Secretaría de la Convención de Ramsar. (2006). *Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971), Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza)*. 4a. ed.