PROYECTO CUENCA AMAZÓNICA

Informe Final

Plan de Implementación del Sistema de Monitoreo y de la Aplicación de los Lineamientos e Informe Final

20 de abril de 2026

OTCA
Organización del Tratado de Cooperación Amazónica

CuencAmazónica
IMPLEMENTACIÓN DEL PAE

ONU medio ambiente
Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

gef

Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA)

MARTÍN VON HILDEBRAND
Secretario General

VANESSA GRAZZIOTIN
Directora Ejecutiva

EDITH PAREDES
Directora Administrativa

CARLOS SALINAS
Coordinación Ambiental

Unidad de Coordinación Regional del Proyecto Cuenca Amazónica (UCR)

MARIA APOSTOLOVA
Coordinadora Regional

FERNANDO CISNEROS
Especialista Técnico en Gestión Integrada de los Recursos Hídricos

NINA RODRIGUES
Especialista en Comunicación

PAULO CAVALCANTI
Oficial Administrativo y Financiero

JANET HERRERA
Asistente Administrativa

Unidad de Coordinación de Proyecto Nacional - Colombia

NATALIA ACERO MARTINEZ
Directora de Gestión Integral de Recurso Hídrico - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Coordinadora UNCP

ELVIA JOHANNA GELVEZ BERNAL
Profesional Especializada Dirección de Gestión Integral de Recurso Hídrico - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Punto Focal Técnico

PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE ACCIONES ESTRATÉGICAS PARA ASEGURAR LA GESTIÓN INTEGRADA Y SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS HÍDRICOS TRANSFRONTERIZOS DE LA CUENCA DEL RÍO AMAZONAS CONSIDERANDO LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

Producto N°5
Plan de Implementación del Sistema de Monitoreo y de la Aplicación de los Lineamientos e Informe Final

Sistema de monitoreo de ecosistemas acuáticos en áreas vulnerables al cambio climático como contribución a la gestión de los recursos pesqueros de la zona de integración Fronteriza Colombia y Perú

Puerto Asís, 20 de abril de 2026

Investigador responsable:
César Augusto Bonilla
Investigador, Sede Puerto Asís
cbonilla@sinchi.org.co

Equipo Técnico:
Edwin Agudelo– Sede San José del Guaviare
William Castro – Subsede Mitú
Astrid Acosta – Sede Leticia

Equipo Subdirección Científica SINCHI
Jaime Barrera - Subdirector Científico
Ana María Franco - Investigadora

Equipo administrativo, financiero SINCHI
Diego Fernando Lizcano
Subdirector Administrativo y Financiero

Andrés Mauricio Rodríguez
Jefe Unidad Financiera

Suhad Abdala Manotas
Asesora Dirección general

Contacto técnico en la fuente de financiación:
Gina Paola Gallo
Profesional especializada DGIRH
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
gpgallo@minambiente.gov.co

Instituto SINCHI

RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento recopila las actividades y acciones desarrolladas durante la ejecución del proyecto “Sistema de monitoreo de ecosistemas acuáticos en áreas vulnerables al cambio climático, como contribución a la gestión de los recursos pesqueros de la cuenca del río Putumayo”, financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF), con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) como agencia implementadora y la Secretaría Permanente de la OTCA (SP/OTCA) como entidad ejecutora.

El documento presenta una síntesis de las experiencias obtenidas en la identificación de once (11) indicadores, tanto económicos como socioambientales, construidos de manera participativa con los diferentes actores en los seis sitios representativos del lado colombiano de la Zona de Integración Fronteriza (ZIF). Asimismo, se describen los procesos de capacitación y fortalecimiento de la red de actores, particularmente de monitores y pescadores, desarrollados bajo un enfoque de género, en los que participaron aproximadamente 120 personas. Adicionalmente, se propone un plan de implementación de acuerdos, junto con lineamientos y criterios mínimos ambientales y sociales, definidos en encuentros y espacios participativos con los usuarios de la iniciativa, considerando las particularidades de los ríos Putumayo y Amazonas. Como complemento, el documento incorpora el informe final del proyecto, con una extensión de 21 páginas, que incluye las especificaciones técnicas para su entrega, así como un borrador de nota de prensa sobre el establecimiento de acuerdos locales de buenas prácticas, representativos de la zona de estudio.

Instituto SINCHI

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN 8

1. SINTESIS DE LA EXPERIENCIA 9

1.2 Reflexiones y Prácticas Aprendidas en el Establecimiento del Sistema de Monitoreo Participativo en la ZIF-Colombia con Perú 9

Descripción general de la zona de estudio 9

Contexto y propósito de la Iniciativa 12

Problemática de la vulnerabilidad de los ecosistemas acuáticos al cambio climático y presiones humanas en la zona de estudio 13

Enfoque metodológico en el establecimiento del prototipo de sistema de monitoreo 15

Cómo se construyó el sistema de monitoreo 17

Protección de datos y privacidad (Mecanismos de seguridad) 22

Enfoque participativo para la construcción de un sistema de monitoreo 22

Uso de experiencias previas 23

Criterios para seleccionar los seis (6) sitios representativos 25

Algunas estrategias para la operatividad del sistema de monitoreo en la zona de estudio 26

Resultados 29

Indicadores definidos 29

Que se logró con el prototipo del sistema de monitoreo participativo 30

Potencialidad y uso de la información que puede ser generada por el sistema 30

Dificultades logísticas, técnicas, sociales en la implementación del sistema 33

Algunas Mejoras Propuestas 35

1.3 Conformación y capacitación de una red de actores que participan en la aplicación del sistema de monitoreo, considerando la perspectiva de género 35

Red de actores que participan en el sistema considerando la perspectiva de género 36

Jornadas de capacitaciones a los usuarios 37

2. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE LOS ACUERDOS, LINEAMIENTOS Y CRITERIOS MÍNIMOS DE LAS BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES Y SOCIALES EN LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS QUE CONTRIBUYAN A LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD ACUÁTICA Y SUS ECOSISTEMAS ASOCIADOS EN LAS ZONAS DE ESTUDIO 38

Resumen del plan 38

Objetivo del plan de implementación 39
Alcance y cobertura 40
Actores involucrados 41
Estrategias de implementación 41
Componentes y actividades 42
Cronograma recomendado para la implementación 43
Gestión de riesgos 45
Estrategias de comunicación 46
3. INFORME FINAL 47
4. NOTA DE PRENSA SOBRE EL ESTABLECIMIENTO DE ACUERDOS LOCALES DE BUENAS PRÁCTICAS 48
Avances en el monitoreo participativo de ecosistemas acuáticos y recursos hidrobiológicos: investigadores comunican cambios en los ríos Putumayo y Amazonas 48
REFERENCIAS 51
ANEXOS 52

Instituto SINCHI

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Delimitación de la zona de Integración Fronteriza Colombia - Perú (ZIFCP). Fuente : Sinchi (2025) 9
Figura 2. A) Zonificación hidrográfica ZIFCP y B) Humedales. Fuente. Sinchi (2025) 10
Figura 3. Mapa de coberturas agrupadas para la ZIFCP. Fuente. Sinchi (2025) 11
Figura 4. Índice de Vulnerabilidad por cambio climático en la ZIF Colombia con Perú. Fuente: IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCILLERÍA (2017). 15
Figura 5. Aplicativos de monitoreo de peces identificados en la zona de estudio. Fuente: TNC y WCS (2025) 16
Figura 6. Talleres para la identificación de indicadores donde participaron pescadores, estudiantes, agricultores y comunidad en general. Fuente: Bonilla (2026) 16
Figura 7. Principales módulos que componen el prototipo de sistema de monitoreo ambiental y pesquero. Fuente: Botero (2025) 17
Figura 8. Arquitectura del software en línea. Fuente: Botero (2025) 18
Figura 9. Arquitectura del software sin conexión. Fuente: Botero (2025) 18
Figura 10. Modelo de datos del sistema de monitoreo de ecosistemas acuáticos. Fuente: Botero (2025) 19
Figura 11. Interfaz del sistema de monitoreo ajustado al manual de identidad institucional y créditos institucionales. Fuente. Botero (2026) 20
Figura 12. Mesas de trabajo realizadas en Puerto Leguízamo, en las que pescadores y pescadoras de distintas localidades de la ZIF discutieron aspectos ambientales y pesqueros de sus territorios. Fuente: Bonilla (2026) 22
Figura 13. Aprovechamiento y transformación del pirarucú promovido por el PROMAPE cuenca Peneya, Putumayo. Fuente: Bonilla (2026) 23
Figura 14. Resultados del aplicativo ICTIO en cuanto a número de observaciones entre abril de 2018 a enero de 2025 por cuenca BL4. Fuente: WCS (2025) 24
Figura 15. Algunas estrategias para la operatividad del sistema de monitoreo en la ZIF Colombia con Perú. Fuente: Bonilla (2026) 27
Figura 16. Indicadores socioeconómicos y ecoambientales definidos participativamente, representativos para la ZIF Colombia–Perú. Fuente. Bonilla (2026) 29
Figura 17. Dificultades logísticas, técnicas, sociales en la implementación del sistema en la ZIF Colombia con Perú. Fuente: Bonilla (2026) 34
Figura 18. Actualización de potenciales miembros de la Red de Actores del sistema de monitoreo. Fuente: Bonilla (2026) 35
Figura 19. Participación activa de las mujeres en los procesos de intercambio de experiencias y en el monitoreo biológico y ambiental: A) monitoras de Puerto Nariño y B) promotora ambiental de la Perla Amazónica. Fuente: Bonilla (2026) 36
Figura 20. Jornadas de capacitaciones para registro de información biológica y ambiental tanto de estudiantes como monitores. Fuente: Bonilla (2025) 37
Figura 21. Lineamiento y criterios mínimos asociados a la pesca que contribuyen a la conservación y uso de los ecosistemas en la ZIF Colombia con Perú. Fuente. Bonilla (2026) 38
Figura 22. Principales acciones para la implementación del plan, basadas en el trabajo en campo. Fuente: Bonilla (2026) 42
Figura 23. Estrategias de comunicación que pueden ser usados para la zona de estudio. Fuente: Bonilla (2026) 46
Figura 24. Diagrama descriptivo del contenido del informe final del proyecto.Fuente: Bonilla (2026) 47

kiwa CQR COMPAÑÍA ISO 9001:2015 CERTIFICADA # 2023009250

Figura 25. Diversidad de peces comercializados en las plazas de mercado de la Amazonia colombiana. Fuente: Botero (2025) 48
Figura 26. Imagen de la arawana plateada (O. bicirrhosum) de la cuenca del río Putumayo. Fuente: Botero (2025) 49
Figura 27. Comunidades ribereñas realizando labores de pesca en el canal principal del río Putumayo, enfocadas en la captura de especies migratorias como el dorado (B. rousseauxii). Fuente: Botero (2025). 50

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de coberturas vegetales en la ZIFCP según SIAT-AC. Fuente. Sinchi (2025) 12
Tabla 2. Descripciones que los roles que están equipos en el prototipo de sistema de monitoreo. 20
Tabla 3. Listado de Endpoints del Servicio API. Fuente: Botero (2026) 21
Tabla 4. Características ambientales, sociales y pesqueras distintivas de las seis localidades representativas de la ZIF Colombia–Perú. Fuente: Bonilla (2026) 25
Tabla 5. Descripción de las comunidades seleccionadas para la implementación del plan, como sitios representativos de la zona de integración fronteriza (ZIF) entre Colombia y Perú. Fuente. Bonilla (2026) 40
Tabla 6. Fases recomendadas para la implementación del plan de implementación en la zona de estudio. Fuente: Bonilla (2026) 44

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Ficha técnica de los indicadores socioeconómicos y eco ambientales 52
Anexo 2. Informe final según especificaciones 52

INTRODUCCIÓN

La Zona de Integración Fronteriza Colombia con Perú (ZIFCP), con una extensión superior a 270 mil kilómetros cuadrados, constituye un espacio estratégico de cooperación binacional en la cuenca amazónica. Se caracteriza por su alta diversidad biológica y cultural, así como por la presencia de dos importantes sistemas hidrográficos de la región como son los ríos Putumayo y Amazonas. En este territorio comunidades indígenas, campesinas y ribereñas dependen de los recursos acuáticos para su subsistencia (Fuente). Sin embargo, esta región enfrenta crecientes presiones derivadas de la deforestación, la expansión agrícola de cultivos lícitos e ilícitos, la minería aluvial, la sobreexplotación pesquera, especialmente de especies medianas y altamente migratorias, como los grandes bagres. A ello se suman los efectos del cambio climático, que alteran las características de los ecosistemas acuáticos y los ciclos reproductivos de las especies.

En respuesta de lo anterior, el proyecto de implementación del sistema de monitoreo participativo, se articula con el Programa de Acciones Estratégicas (PAE) de la OTCA, financiado por el GEF y apoyado por el PNUMA, con el objetivo de generar información confiable y pertinente sobre el estado de los recursos pesqueros y sus ecosistemas asociados. El sistema busca integrar variables ambientales, biológicas y socioeconómicas, fomentar la participación comunitaria y promueve la equidad de género, consolidando un modelo replicable en otros territorios amazónicos.

Este plan de implementación busca, además, establecer orientaciones y lineamientos mínimos de buenas prácticas ambientales y sociales sobre los sitios representativos, fortalecer el diálogo interinstitucional entre Colombia y Perú y armonizar estrategias de manejo para especies migratorias de alto valor ecológico y comercial.

En este sentido, el prototipo de sistema de monitoreo se concibe como una herramienta estratégica para la sostenibilidad de la Amazonía, la conservación de la biodiversidad acuática y el bienestar de las comunidades locales. Así mismo, enfrentar de manera estratégica la vulnerabilidad de los ecosistemas acuáticos frente al cambio climático, garantizar el aprovechamiento sostenible de los recursos pesqueros y fortalecer la cooperación binacional de manera informada

El informe concluye con la presentación de un borrador de nota de prensa, en el que se establecen acuerdos locales de buenas prácticas acordes con las características de la zona de estudio, así como con la inclusión del informe final del proyecto, que incorpora las especificaciones técnicas recomendadas para su entrega.

kiwa CQR COMPAÑÍA ISO 9001:2015 CERTIFICADA # 2023009250

1. SINTESIS DE LA EXPERIENCIA

1.2 Reflexiones y Prácticas Aprendidas en el Establecimiento del Sistema de Monitoreo Participativo en la ZIF-Colombia con Perú

Descripción general de la zona de estudio

La zona de integración fronteriza entre Colombia y Perú se ubica en la cuenca amazónica. En el lado colombiano, comprende el departamento del Amazonas y el municipio de Puerto Leguízamo, en el departamento de Putumayo. En el lado peruano, abarca las provincias de Mariscal Ramón Castilla y Putumayo, en el departamento de Loreto.

El área de estudio para la caracterización de los sistemas naturales del presente estudio se centró en la parte de la ZIFCP ubicada en territorio colombiano. En esta zona, se tienen definidos los seis (6) puntos representativos de monitoreo de los ecosistemas acuáticos (Figura 1).

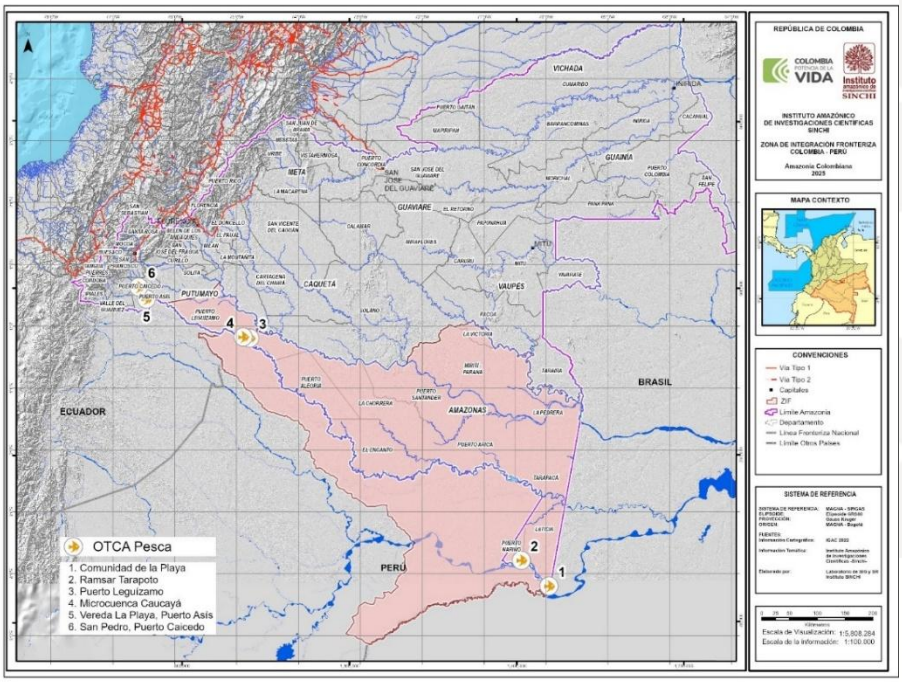


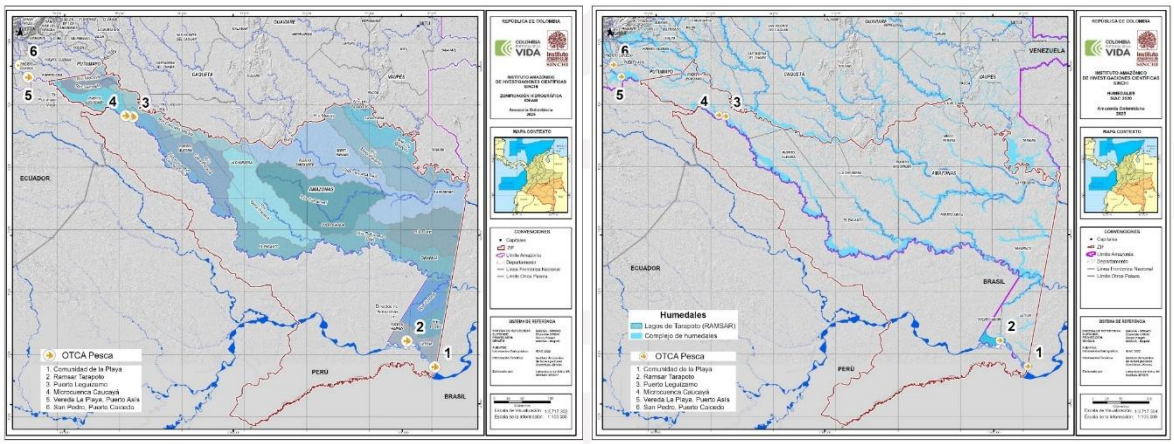
Figura 1. Delimitación de la zona de Integración Fronteriza Colombia - Perú (ZIFCP). Fuente : Sinchi (2025)

Caracterización hidrográfica

Para la caracterización de la hidrografía de la zona de estudio se consultó la zonificación hidrográfica en Colombia, propuesta por el IDEAM, con el objetivo de identificar, delimitar y jerarquizar las cuencas del territorio colombiano con fines de gestión del recurso hídrico. A partir de esto, se zonificaron y codificaron las unidades hidrográficas a escala 1:500.000 en sus jerarquías de áreas, zonas y subzonas hidrográficas (IDEAM, 2013). La zona de estudio y el polígono de la

ZIFCP se ubica en el Área Hidrográfica del Amazonas. Los puntos de interés para monitoreo de la actividad pesquera se ubican en las subzonas hidrográficas Río Putumayo Medio, Río Putumayo Directos (mi), Alto río Putumayo y Directos río Amazonas (mi), específicamente sobre el río Putumayo, río Caucayá y llanura del río Amazonas (Figura 2-A).

La ZIFCP en el territorio colombiano cuenta con ecosistemas de humedales. El principal ubicado en la llanura del río Amazonas conocido como el Complejo de Humedales Lagos de Tarapoto, incluido en la Lista de Humedales de Importancia Internacional por el Decreto administrativo 1573 de 2017. Su extensión es de 45464 ha. El sitio de monitoreo de la actividad pesquera, de interés para este proyecto, denominado *Ramsar Tarapoto* se encuentra ubicado sobre este humedal.
De acuerdo con la cartografía básica del IGAC en escala 1:100.000, no se tienen más humedales identificados en la ZIFCP, sin embargo, según esta fuente, se cuenta con aproximadamente 750 lagunas, asociadas a las llanuras de inundación y zonas planas de los ríos de la zona.



A. B.

Figura 2. A) Zonificación hidrográfica ZIFCP y B) Humedales. Fuente. Sinchi (2025)

Por otra parte, la capa de humedales a escala 1:100.000 actualizada a 2020, del Sistema de Información Ambiental de Colombia – SIAC agrupa además las lagunas de la cartografía básica del IGAC (Figura 2-B), indica que la ZIFCP en el territorio colombiano cuenta con una gran cantidad de humedales, en su mayoría asociados a llanuras de inundación de los principales ríos de la región y zonas planas donde hay acumulación de agua debido a la geomorfología del terreno.

Coberturas

Utilizando la información de Coberturas de la Tierra de la Amazonia colombiana para el año 2024. Escala: 1:100.000 realizada por el SIATAC, se evidencia que en un 95% predominan los bosques en condición natural para la ZIFCP en la porción colombiana (Figura 3 y Tabla 1).

Esta agrupación de coberturas identifica los arbustales como arbustales densos, las áreas abiertas con poca vegetación como zonas arenosas naturales, las áreas húmedas como zonas pantanosas; la

kiwa CQR COMPAÑÍA ISO 9001:2015 CERTIFICADA # 2023009250

agrupación de bosques se refiere principalmente a bosque denso alto de tierra firme y bosque denso alto inundable heterogéneo, pero también se refiere a bosques denso bajo de tierra firme e inundable y palmares; por su parte los cultivos agrupan los mosaicos de cultivos, mosaicos de cultivos y espacios naturales, mosaicos de pastos y cultivos y otros cultivos transitorios; los fragmentados corresponden a bosque fragmentado con pastos y cultivos, y bosque fragmentado con vegetación secundaria. En el caso de los herbazales, se refiere a herbazal abierto rocoso, herbazal denso de tierra firme o inundables con arbustos o no arbolados; las superficies de agua corresponden a lagunas, lagos y ciénagas naturales y ríos. En una mínima proporción se identificaron territorios artificializados (2262 ha) que corresponden a aeropuertos, tejido urbano continuo y discontinuo, zonas de extracción minera (10 ha) y zonas industriales o comerciales; y las tierras degradadas agrupan zonas quemadas.

De acuerdo con el documento Colombia Anfibia, los bosques inundables de la Amazonía presentan árboles de entre 20 y 30 metros, con algunos emergentes de hasta 40 metros y escasa vegetación herbácea, lo que permite el tránsito a pie. Su composición varía según el tipo de río: las várzeas, influenciadas por ríos de aguas blancas cargadas de nutrientes andinos, tienen alta diversidad vegetal, mientras que los igapós, inundados por aguas negras amazónicas, presentan menor diversidad. También existen cananguchales, dominados por la palma cananguche de hasta 18 metros, ubicados cerca de cursos o interfluvios, y zonas pantanosas llamadas bajos o chuquias, donde predominan platanillos, heliconias y otras especies herbáceas y arbustivas.

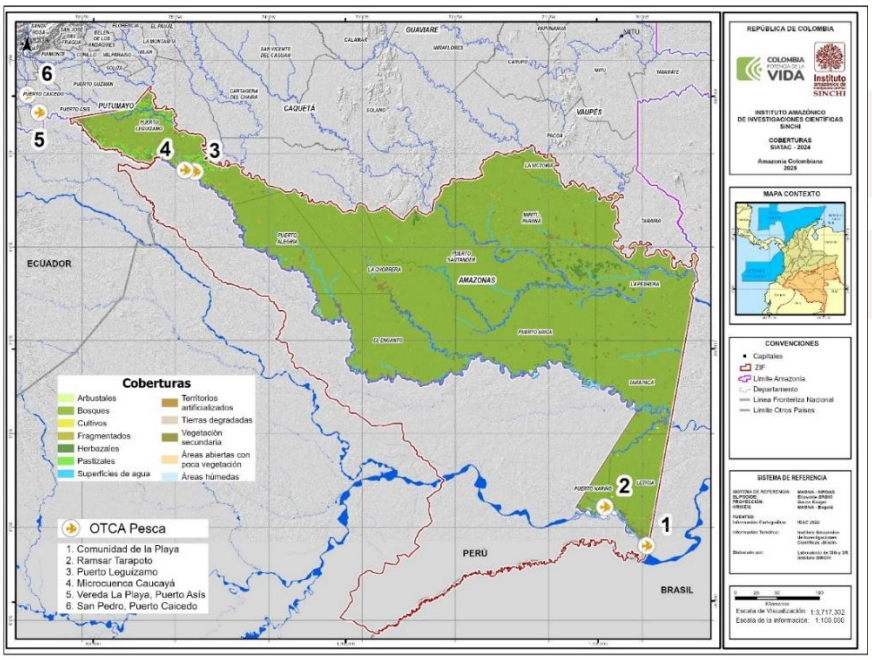


Figura 3. Mapa de coberturas agrupadas para la ZIFCP. Fuente. Sinchi (2025)

Tabla 1. Distribución de coberturas vegetales en la ZIFCP según SIAT-AC. Fuente. Sinchi (2025)

Cobertura	Condición	Área [ha]	Área [%]
Arbustales	Natural	17161.11	0.14
Áreas abiertas con poca vegetación	Natural	2912.99	0.02
Áreas húmedas	Natural	2775.50	0.02
Bosques	Natural	11311493.60	94.77
Cultivos	Transformado	18174.68	0.15
Fragmentados	Seminatural	75806.06	0.64
Herbazales	Natural	50577.89	0.42
Pastizales	Transformado	140680.89	1.18
Superficies de agua	Natural	181413.43	1.52
Territorios artificializados	Transformado	2261.83	0.02
Tierras degradadas	Seminatural	513.59	0.00
Vegetación secundaria	Seminatural	132051.11	1.11
Total		11935822.69	100.00

Contexto y propósito de la Iniciativa

La iniciativa se desarrolló en el marco del Tratado de Cooperación Amazónica, a través de la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA) y su Secretaría Permanente, como parte de los esfuerzos regionales orientados a fortalecer la gestión sostenible de los recursos naturales en la Amazonía.

Este proyecto se articula con el Programa de Acciones Estratégicas (PAE) de la cuenca amazónica, es el instrumento de planificación a largo plazo, utilizado principalmente en la gestión ambiental transfronteriza, de recursos hídricos, cambio climático y biodiversidad en la Cuenca del Río Amazonas, diseñado para coordinar políticas, superar barreras críticas y promover el desarrollo sostenible mediante acciones conjuntas. Financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) e implementado con el apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Al PAE se integra en El Observatorio Regional Amazónico (ORA) como un instrumento clave para la gestión del conocimiento y el monitoreo regional. Este se articula principalmente con la línea estratégica orientada al fortalecimiento de la información y los sistemas de seguimiento de los recursos hídricos en la cuenca amazónica, facilitando el intercambio de datos y la toma de decisiones a nivel regional. En este contexto, la biodiversidad, los recursos pesqueros, han sido identificados como un eje estratégico debido a su relevancia ecológica, económica y sociocultural para las poblaciones amazónicas (Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA).

En la cuenca del río Putumayo, especialmente en la Zona de Integración Fronteriza (ZIF) entre Colombia y Perú, la pesca constituye un medio fundamental de subsistencia y seguridad alimentaria

para comunidades indígenas, campesinas y ribereñas. Sin embargo, esta actividad enfrenta múltiples presiones, entre ellas la sobreexplotación de especies, la degradación de hábitats, la introducción de especies invasoras y los efectos del cambio climático, lo que ha llevado a que varias especies se encuentren en categorías de vulnerabilidad según el Libro Rojo de Peces de Colombia (Mojica et al., 2012).

A nivel nacional, la iniciativa se enmarca dentro de los lineamientos del Sistema Nacional Ambiental y se articula con instrumentos de política pública como la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos, la Política Nacional de Cambio Climático y los lineamientos de gestión integral del recurso hídrico liderados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Asimismo, se vincula con los procesos de ordenamiento ambiental del territorio, los planes de manejo de cuencas como el POMCA de la quebrada Yahuarcaca y Loretoyacu (Corpoamazonia, 2023; CORPOAMAZONIA, 2006) y los instrumentos de planificación territorial a nivel departamental y municipal en los departamentos de Amazonas y Putumayo.

En el ámbito territorial, la iniciativa reconoce y busca que se articule con los planes de vida de los pueblos indígenas como Murui, Kichuwa entre otros y los instrumentos de planificación propia de comunidades locales como la reserva campesina “Perla Amazónica”, los cuales orientan el manejo del territorio desde enfoques culturales, espirituales y de sostenibilidad. Asimismo, se considera la importancia de los espacios de gobernanza binacional en la cuenca del río Putumayo como las comisiones de vecindad, fundamentales para la coordinación de acciones entre Colombia y Perú en materia de recursos hidrobiológicos y gestión ambiental.

En respuesta a esta problemática, la iniciativa tiene como propósito principal establecer un prototipo de sistema de monitoreo de ecosistemas acuáticos con enfoque comunitario y base técnico-científica, que permita generar información confiable y pertinente sobre el estado de los recursos pesqueros y sus ecosistemas asociados. Este sistema busca integrar variables ambientales y socioeconómicas, fortalecer las capacidades locales, y promover la participación activa de las comunidades en la gestión de sus recursos.

El proyecto pretende contribuir a la formulación de lineamientos para buenas prácticas ambientales y sociales, así como al fortalecimiento del diálogo interinstitucional entre Colombia y Perú, con miras a la armonización de normativas y estrategias de manejo, especialmente para especies migratorias de alto valor comercial y ecológico. La iniciativa se orienta a mejorar la gobernanza de los recursos pesqueros en la Amazonía transfronteriza, promoviendo un equilibrio entre el aprovechamiento sostenible, la conservación de la biodiversidad acuática y el bienestar de las comunidades locales, en un contexto de creciente vulnerabilidad frente al cambio climático.

Problemática de la vulnerabilidad de los ecosistemas acuáticos al cambio climático y presiones humanas en la zona de estudio

kiwa CQR COMPAÑÍA ISO 9001:2015 CERTIFICADA # 2023009250

La ZIFCP, presenta una alta sensibilidad frente a los efectos del cambio climático, lo cual ha sido ampliamente documentado por entidades nacionales e internacionales. En términos generales, la región enfrenta una creciente variabilidad climática, expresada en eventos extremos como sequías prolongadas e inundaciones intensas, que afectan tanto los ecosistemas acuáticos como las dinámicas socioeconómicas de las comunidades locales.

De acuerdo con la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA), durante las últimas décadas se han registrado eventos climáticos extremos significativos en la cuenca amazónica, como las sequías de 2005, 2010 y 2014, las cuales ocasionaron impactos severos, incluyendo mortandad masiva de peces y afectaciones a la seguridad alimentaria de las poblaciones ribereñas. En este contexto, la OTCA señala que la frecuencia e intensidad de estos eventos extremos podrían incrementarse considerablemente hacia el futuro, como resultado del cambio climático, lo que plantea la necesidad de fortalecer los sistemas de monitoreo hidrometeorológico, la gestión del riesgo y los mecanismos de alerta temprana en la región amazónica.

El IDEAM, en la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático (IDEAM et al., 2017), realizó un análisis integral de la vulnerabilidad y el riesgo climático en Colombia, aplicando una metodología multivariada que permitió construir índices de vulnerabilidad y riesgo a escala municipal.

En este enfoque, la vulnerabilidad se define como una condición resultante de factores socioeconómicos, ambientales y de infraestructura que determinan la exposición de las poblaciones ante eventos climáticos extremos. Se evaluó a partir de dos componentes principales: la sensibilidad, entendida como la predisposición al daño por condiciones sociales o ambientales adversas, y la capacidad adaptativa, asociada con los recursos, infraestructura y condiciones institucionales que permiten responder o recuperarse ante el cambio climático. Ambas dimensiones fueron medidas mediante un conjunto de indicadores sociales, económicos y ecológicos, permitiendo identificar territorios con alta sensibilidad y baja capacidad de adaptación, especialmente en regiones con presiones antrópicas intensas o limitaciones estructurales para la gestión del riesgo (IDEAM et al., 2017).

Los resultados cartográficos del análisis de vulnerabilidad al cambio climático se presentan en la figura 4. En este mapa es posible visualizar simultáneamente tres variables: vulnerabilidad, sensibilidad y capacidad adaptativa, de acuerdo con la leyenda.

Para la región amazónica, y en particular para la Zona de Integración Fronteriza Colombia–Perú, los resultados del IDEAM evidencian niveles de vulnerabilidad alta y muy alta frente al cambio climático, resultado de una alta sensibilidad y una baja capacidad adaptativa. Los puntos de monitoreo de la actividad pesquera del proyecto se localizan precisamente en estas áreas críticas. En particular, las localidades de Yahuarcaca y Tarapoto sobre el río Amazonas presentan vulnerabilidad alta, al igual que Leguízamo y la microcuenca del Caucayá.

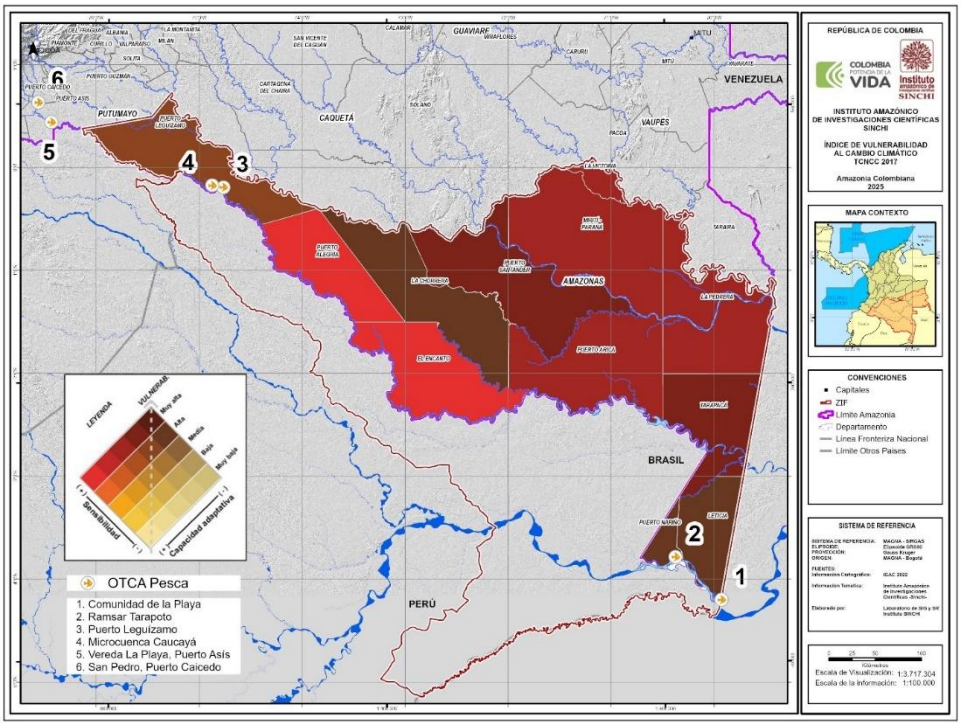


Figura 4. Índice de Vulnerabilidad por cambio climático en la ZIF Colombia con Perú. Fuente: IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCILLERÍA (2017).

A escala nacional, las dimensiones que más inciden en el riesgo climático son la seguridad alimentaria, las condiciones de asentamiento y la infraestructura, mientras que el aumento sostenido de la temperatura media anual constituye un factor de amenaza relevante.

La reducción de la vulnerabilidad en sitios como la ZIF requiere acciones orientadas al fortalecimiento socioeconómico y a la mejora de la calidad de vida, incluyendo medidas institucionales de educación y sensibilización ambiental, así como la implementación de sistemas de alerta temprana y mecanismos de respuesta ante eventos extremos (IDEAM et al., 2017).

Enfoque metodológico en el establecimiento del prototipo de sistema de monitoreo

Para el establecimiento del sistema de monitoreo se partió de un conjunto preliminar de indicadores socioeconómicos y ecoambientales propuestos por el equipo técnico del Instituto SINCHI, como base inicial del proceso. Estos indicadores fueron seleccionados considerando su facilidad de registro en campo, el uso de equipos de bajo costo, su representatividad frente a los objetivos del sistema y su fácil comprensión por parte de las comunidades locales y de las entidades interesadas. La identificación de los indicadores se estructuró mediante una matriz que integró variables pesqueras, económicas y ambientales.

Seguidamente, se realizó una revisión de experiencias previas de monitoreo en la región, entre ellas los aplicativos Ictio desarrollado por la alianza aguas amazónicas y MiPez por TNC-Colombia, con

el propósito de identificar y adoptar estrategias que mejoraran la eficiencia del nuevo sistema. Este proceso incluyó el análisis de sus características, contenidos y niveles de complejidad, lo cual sirvió como insumo para el desarrollo del aplicativo (Figura 5). A partir de este análisis, se definió la necesidad de contar con una herramienta práctica, de fácil uso y capaz de operar sin conectividad a internet, en concordancia con las condiciones del territorio.

Figura 5. Aplicativos de monitoreo de peces identificados en la zona de estudio. Fuente: TNC y WCS (2025)

Una vez definidos los conceptos técnicos y los indicadores preliminares, se avanzó hacia la fase participativa mediante la realización de sietes (7) talleres en campo titulado "*Ríos y Pesca: saberes que guían*" con las comunidades y usuarios. En estos espacios, se identificaron y validaron las variables de interés desde la perspectiva de los usuarios locales, permitiendo incorporar sus necesidades y conocimientos al sistema de monitoreo. No obstante, algunos indicadores se mantuvieron como No negociables debido a su importancia técnica, como, por ejemplo: oxígeno disuelto en el agua por su importancia biológica y el registro de especies invasoras por tratarse de uno de los motores de pérdida de biodiversidad, los cuales fueron definidos con base en criterios científicos e institucionales.



Figura 6. Talleres para la identificación de indicadores donde participaron pescadores, estudiantes, agricultores y comunidad en general. Fuente: Bonilla (2026)

A partir de los aportes obtenidos en los talleres, se realizó la validación de los indicadores propuestos y la incorporación de nuevos elementos sugeridos por las comunidades. De esta manera,

la metodología combinó un enfoque técnico y participativo, integrando información previa, conocimiento científico y saber local para la construcción del sistema de monitoreo.

Cómo se construyó el sistema de monitoreo

Durante el proceso de desarrollo del sistema se identificaron cuatro módulos principales (Figura 7):

- Gestión de indicadores en línea, que permite acceder y registrar información cuando se cuenta con conexión a internet.
- Captura de indicadores sin conexión, diseñado para registrar datos en campo incluso en territorios sin acceso a internet, con sincronización automática una vez se restablece la conectividad.
- Módulo de reportes y tableros de control, que facilita la generación de informes personalizados, gráficas y análisis de variables.
- Modelo de datos flexible, que permite incorporar nuevos indicadores y adaptarse a las necesidades futuras del proyecto.



Figura 7. Principales módulos que componen el prototipo de sistema de monitoreo ambiental y pesquero. Fuente: Botero (2025)

En cuanto a la arquitectura del software, esta fue diseñada para escalar de manera orgánica y garantizar la interoperabilidad con otros sistemas, incluyendo la posibilidad de intercambio de información con el Observatorio Regional Amazónico (ORA) de la OTCA. En términos de infraestructura, el proyecto destinó recursos para la adquisición y configuración de servidores que alojan la aplicación, asegurando su disponibilidad y estabilidad; específicamente, se implementó una máquina virtual en la nube (Azure) East US 1, tipo D4s v5 (4 vCPUs, 16 GB de RAM), junto con una base de datos en East US 1 tipo E4bds v5 (4 vCPUs, 32 GB de RAM), con capacidad reservada por dos (2) años. El sistema fue concebido considerando las condiciones reales de las comunidades amazónicas, que en muchos casos carecen de dispositivos avanzados o de conectividad continua.

La arquitectura que se propuso del sistema comprende tres componentes clave:

Arquitectura de software para el sistema en línea basada en el patrón Modelo-Vista-Controlador (MVC), que se utiliza para organizar y estructurar aplicaciones web de software. Se propuso utilizar el framework de desarrollo Laravel, basado en el lenguaje de programación PHP, para el sistema de monitoreo de ecosistemas acuáticos. Este framework ofrece capas para el desarrollo, lo que garantiza una adecuada separación de responsabilidades y contribuye a mantener la calidad del software desarrollado (Figura 8).

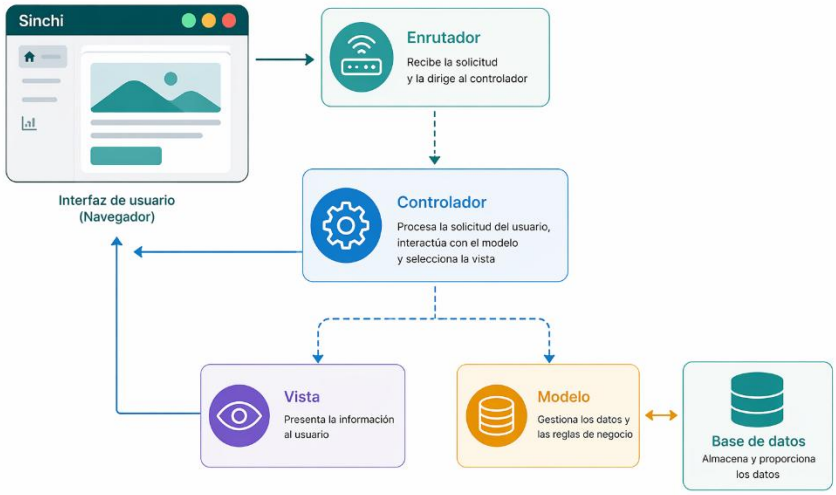


Figura 8. Arquitectura del software en línea. Fuente: Botero (2025)

La arquitectura de software sin conexión está diseñada para permitir la captura y gestión de indicadores en escenarios con conectividad limitada o nula, garantizando la continuidad operativa del sistema de monitoreo comunitario (Figura 9).

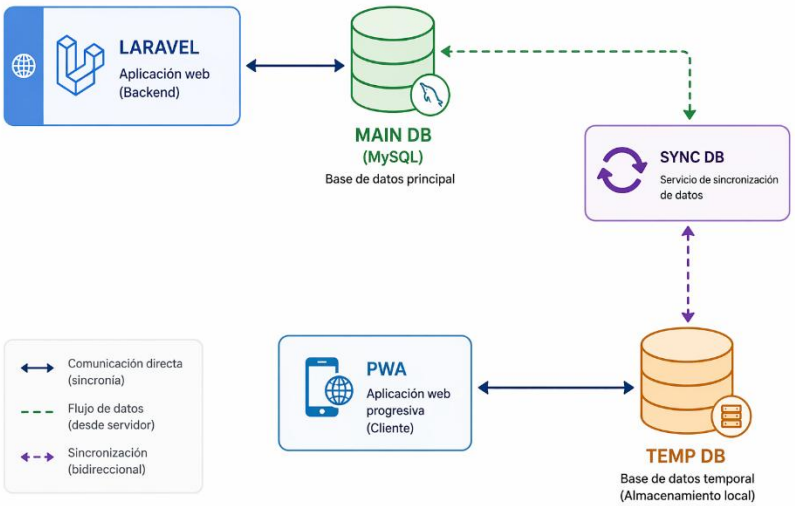


Figura 9. Arquitectura del software sin conexión. Fuente: Botero (2025)

El modelo de datos, construido a partir de la información recopilada y en coherencia con los módulos proyectados, se diseñó para permitir la creación de indicadores dinámicos y facilitar el escalamiento hacia futuros módulos. Asimismo, el diccionario de datos complementa este diseño al proporcionar descripciones detalladas de cada campo, incluyendo tipos de datos, restricciones y valores permitidos (Figura 10).

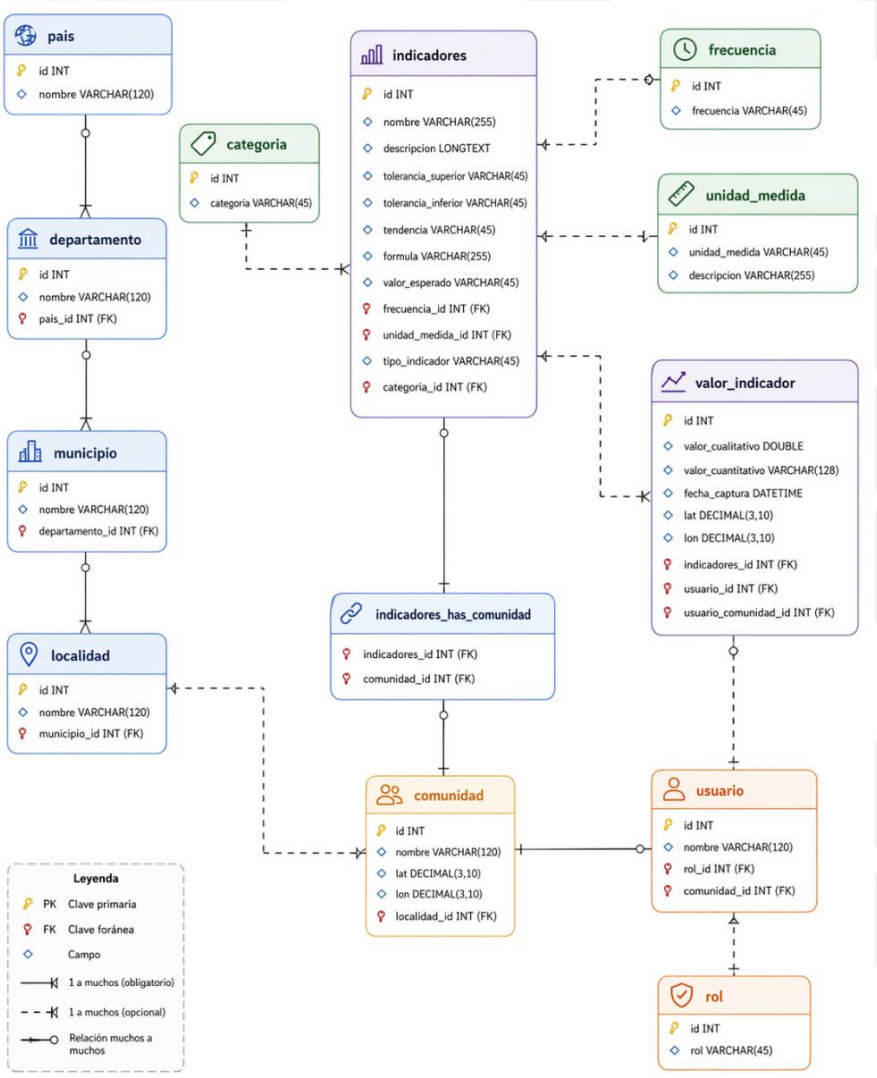


Figura 10. Modelo de datos del sistema de monitoreo de ecosistemas acuáticos. Fuente: Botero (2025)

Roles propuestos para el sistema

El sistema está equipado con un sistema de autenticación y autorización basado en roles y perfiles. Además, se implementó medidas de seguridad como bloqueos contra inyecciones de SQL y XSS mediante la validación de los datos de entrada. La aplicación utiliza el protocolo HTTPS con certificados SSL/TLS. Estas estrategias están diseñadas para asegurar la protección de los datos y la integridad del software. A continuación, se describen los roles propuestos para el sistema:

Tabla 2. Descripciones que los roles que están equipos en el prototipo de sistema de monitoreo.

Rol	Descripción
Administrador	Administración del sistema y acceso con todos los privilegios
Gestión de indicadores	Creación, consulta, edición y borrado de todos los indicadores del sistema
Gestión de capturas	Inserción y consulta de indicadores desde el territorio
Consulta general	Acceso de lectura a los indicadores del sistema
Reportes	Gestión y consulta de reportes

Interfaz del sistema

En cuanto a las interfaces de usuario, se tomó como referencia el manual de identidad institucional, incluyendo la paleta de colores y la página web. Se tuvieron en cuenta los lineamientos gráficos relacionados con la CIACOL y la COMAC, con el objetivo de garantizar coherencia visual y una experiencia de usuario alineada con la imagen del instituto (Figura 11).

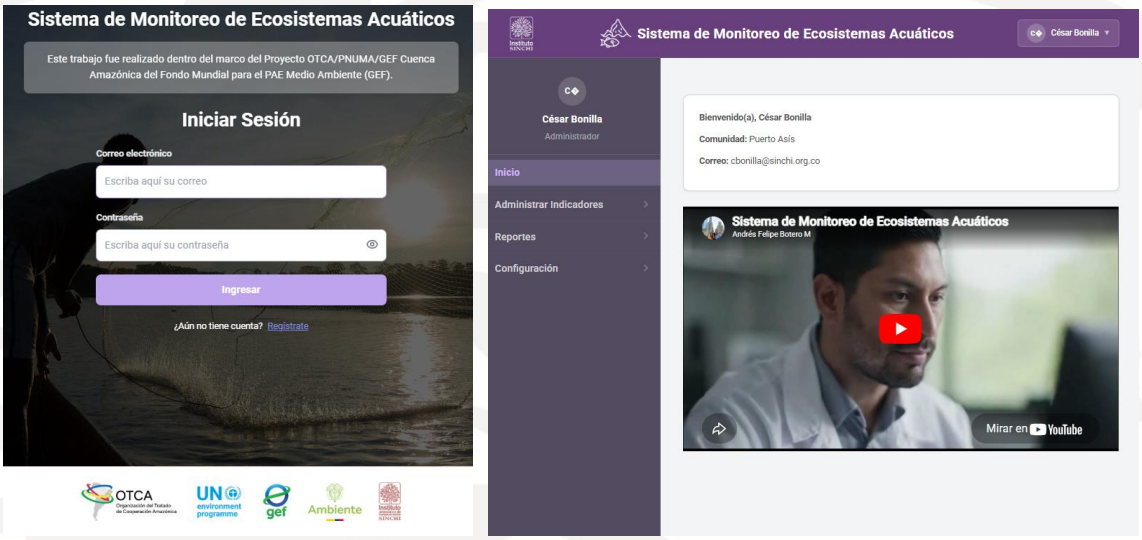


Figura 11. Interfaz del sistema de monitoreo ajustado al manual de identidad institucional y créditos institucionales. Fuente. Botero (2026)

Desarrollo de API y capa de seguridad del sistema

El siguiente apartado describe el desarrollo de la Interfaz de Programación de Aplicaciones (API) bajo arquitectura REST el cual responde a la estrategia de modernización tecnológica del sistema. Esta interfaz actúa como un puente de comunicación seguro que permite el consumo programático de datos sin comprometer la integridad de la base de datos maestra. A diferencia de las consultas directas, la implementación de una API de "Gráficas Públicas" permitirá aplicar capas de lógica de negocio adicionales, asegurando que la información transmitida cumpla con los protocolos de calidad definidos por el equipo de investigación del Instituto Sinchi. Esto es particularmente relevante en contextos de variabilidad climática, donde la actualización de datos en tiempo real es

kiwa CQR COMPAÑÍA ISO 9001:2015 CERTIFICADA # 2023009250

crucial para la generación de alertas tempranas y reportes de estado. El propósito de este componente técnico es proporcionar una guía detallada sobre la estructura, autenticación y consumo de los *endpoints* disponibles en el prefijo /api/public. El alcance de la implementación abarca desde la validación de credenciales mediante el protocolo Sanctum hasta la entrega de estructuras JSON optimizadas para la representación geoespacial y estadística.

A través de esta documentación, se pretende estandarizar el acceso a la información para:

- Dashboards Institucionales: Alimentar el portal web del sistema con visualizaciones dinámicas.
- Sistemas Externos: Permitir la integración con plataformas de monitoreo regional y transfronterizo.
- Transparencia de Datos: Asegurar que solo la información con el atributo exponer_api habilitado y debidamente curada sea accesible, manteniendo el control sobre los activos de datos del proyecto.

Con lo anterior, se esquematiza la API (Application Programming Interface) para el Observatorio Regional Amazónico (ORA) a partir del prototipo del Sistema de Monitoreo, así como su comunicación con el portal institucional del Instituto SINCHI (Tabla 3).

Tabla 3. Listado de Endpoints del Servicio API. Fuente: Botero (2026)

Método	Endpoint	Descripción	Parámetros
POST	/api/login	Autenticación de usuarios autorizados. Retorna un Bearer Token para acceder a los demás endpoints.	email, password (body)
GET	/api/public/indicadores	Lista todas las gráficas marcadas como públicas (exponer_api = 1), con info de indicador, variables y características.	Ninguno
GET	/api/public/indicadores?indicador_id={id}	Retorna gráficas públicas filtradas por un indicador específico. Útil para mostrar todas las representaciones de un indicador.	indicador_id (query, requerido)
GET	/api/public/indicadores/{id}	Información completa de una gráfica: metadatos, descripción y configuración de variables. No incluye datos procesados.	id (URL, requerido)
GET	/api/public/indicadores/{id}/datos	Retorna datos procesados y listos para renderizar la visualización, formateados según el tipo de gráfica.	id (URL, requerido); periodo (query, opcional): 1M, 3M, 6M, 1Y, 3Y, 5Y
GET	/api/public/mapa	Coordenadas geográficas (lat/lon) de muestras tomadas, agrupadas por código. Solo registros Activos y Aprobados.	indicador_id (query, opcional); periodo (query,

			opcional): 1M, 3M, 6M, 1Y, 3Y, 5Y

Protección de datos y privacidad (Mecanismos de seguridad)

La API implementará un filtro de seguridad por diseño. Independientemente de la autenticación, el sistema bloquea cualquier intento de acceso a indicadores que no hayan sido marcados explícitamente con el atributo exponer_api = 1. Esta medida garantiza que la información sensible o en proceso de validación no sea expuesta a terceros, cumpliendo así con las políticas de privacidad y protección de la información del proyecto.

Enfoque participativo para la construcción de un sistema de monitoreo



Figura 12. Mesas de trabajo realizadas en Puerto Leguízamo, en las que pescadores y pescadoras de distintas localidades de la ZIF discutieron aspectos ambientales y pesqueros de sus territorios. Fuente: Bonilla (2026)

Para favorecer la aceptación y el éxito del sistema de monitoreo, la propuesta se construyó a partir de las preocupaciones e intereses de las propias comunidades. En este sentido, se promovió la participación de diversos actores del territorio vinculados a distintos ambientes acuáticos, incluyendo comunidades indígenas de las etnias Murui y Uitoto de la microcuenca del río Caucayá, así como campesinos de la reserva campesina, pescadores y estudiantes. Asimismo, se incorporaron aprendizajes derivados de las experiencias de monitoreo desarrolladas por pescadores en las localidades de Yahuarcaca (Leticia) y Puerto Nariño, en la zona Ramsar.

El enfoque participativo también contempló la definición de principios orientadores, como la visión integral de cuenca, la participación inclusiva y equitativa, y la corresponsabilidad ética en el manejo de la información (Figura 12). Estos principios buscaron garantizar que todos los actores tuvieran voz en la construcción del sistema y que se respetaran las tradiciones culturales de las comunidades amazónicas, conforme a sus propios planteamientos. De manera transversal, se incorporó el enfoque de género y el fortalecimiento del liderazgo femenino; para ello, se incluyeron íconos

representativos como el del colectivo de mujeres pescadoras y tejedoras de conocimiento de la zona Ramsar Tarapoto en Puerto Nariño, a modo de referente.

Uso de experiencias previas

La construcción del sistema de monitoreo participativo no partió de cero, sino que se sustentó en experiencias de manejo pesquero y monitoreo comunitario desarrolladas en la región amazónica, las cuales fueron importantes para orientar la metodología. En el caso colombiano, estas experiencias se concentran principalmente en iniciativas lideradas por pescadores en Leticia y Puerto Nariño, en el trapecio amazónico. A continuación de describen otras iniciativas que fueron tenidas en cuenta.

Monitoreo de pirarucú en la Reserva Nacional Huimeki y Airo Pai, río Putumayo



Figura 13. Aprovechamiento y transformación del pirarucú promovido por el PROMAPE cuenca Peneya, Putumayo. Fuente: Bonilla (2026)

El monitoreo del pirarucú (*Arapaima gigas*), liderado por el SERNANP junto con comunidades de la microcuenca del río Peneya, en la parte alta del río Putumayo (cercana a la localidad de Puerto Leguízamo), constituye un ejemplo de enfoque participativo que integra el conocimiento técnico y el saber local mediante censos en cochas y lagos para estimar la población de la especie. Esta información orienta el manejo sostenible del recurso a través de los PROMAPE (Programas de Manejo Pesquero), los cuales combinan monitoreo biológico, control y vigilancia, y aprovechamiento regulado. Este modelo fue socializado por los propios monitores con pescadores de las seis localidades de la iniciativa durante el encuentro en Leguízamo en 2026, como referente de gestión pesquera, ya que promueve la recuperación de la especie, establece cuotas de captura y fortalece la gobernanza local, reduciendo la pesca ilegal y generando beneficios económicos (Figura 13).

Servicio Estadístico Pesquero Colombiano (SEPEC)

En la ZIFCP, desde el año 2012 opera el Sistema de Información del Servicio Estadístico Pesquero Colombiano (SEPEC), presente en tres de los seis sitios representativos del estudio (veredas Playa

Rica–Hong Kong, Puerto Leguízamo y Leticia). Este sistema constituye la principal herramienta de la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP) para la generación de estadísticas pesqueras nacionales y de indicadores pesqueros, biológicos y económicos. En el caso del Putumayo, el método de muestreo es de tipo censal: se registra información diariamente en los puertos de desembarco, donde se han establecido horarios específicos de llegada de los pescadores con sus embarcaciones. La recolección de datos se realiza mediante tres formatos principales volumen, captura y esfuerzo y, en algunos sitios, se incluyen mediciones de talla, así como el registro del arte de pesca y de las especies capturadas. Esta información se encuentra disponible en una plataforma pública, donde puede ser consultada por cualquier persona (Altamar, Zúñiga, 2015). La información generada de este programa, puede completar el sistema de monitoreo sobre los tres sitios cde la ZIF.

Monitoreo de la biodiversidad con comunidades indígenas del municipio de Solano

En el municipio de Solano, diez comunidades pertenecientes a los pueblos Murui Muina (Uitoto), Koreguaje y Makaguaje, ubicadas en la cuenca alta del río Caquetá, adelantan procesos de monitoreo de la biodiversidad como respuesta a problemáticas locales asociadas a la cacería, la tala y la pesca. Esta iniciativa, liderada por The Nature Conservancy, busca integrar el conocimiento científico con los saberes tradicionales de las comunidades. (Aguirre, 2025). El proceso se apoya en la herramienta digital MiPez, que permite registrar información relacionada con la actividad pesquera, como esfuerzo de pesca, tallas de captura, consumo, ventas y aspectos económicos asociados. Asimismo, la red de monitoreo cuenta con lineamientos documentados para la gestión y el manejo de los recursos pesqueros, que orientan la toma de decisiones comunitarias. La información generada solo es divulgada a nivel local.

Ciencia Ciudadana de la Alianza Aguas Amazónicas

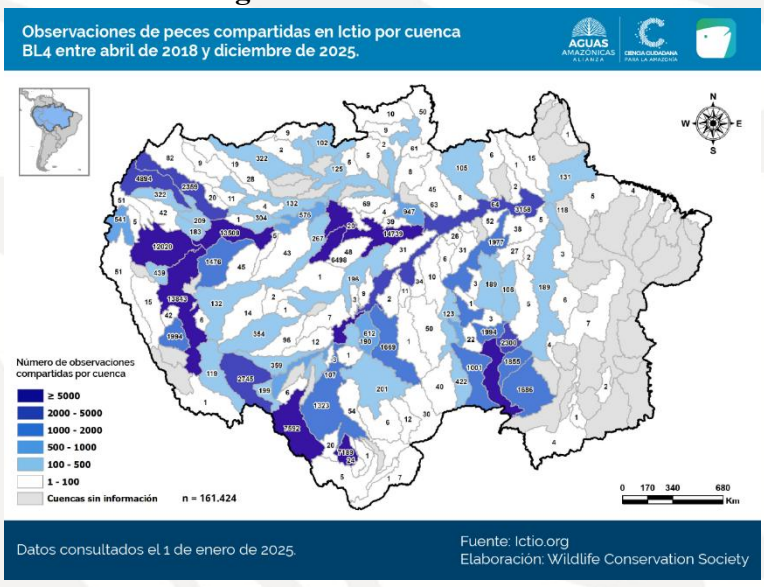


Figura 14. Resultados del aplicativo ICTIO en cuanto a número de observaciones entre abril de 2018 a enero de 2025 por cuenca BL4. Fuente: WCS (2025)

kiwa CQR COMPAÑÍA ISO 9001:2015 CERTIFICADA # 2023009250

El aplicativo Ictio es una base de datos y una aplicación para dispositivos móviles diseñada para registrar observaciones de peces capturados en la cuenca amazónica. Su desarrollo se enmarca en el proyecto *Ciencia Ciudadana para la Amazonía*, el cual busca conectar a ciudadanos para recolectar y compartir información sobre las especies de peces más representativas de la región. El objetivo es que estos datos contribuyan a ampliar el conocimiento sobre las migraciones de los peces amazónicos (Figura 14). La aplicación permite registrar información como la especie, el número de individuos, el peso total, el precio de venta, la ubicación, la fecha y fotografías de las capturas (WCS, 2026). Si bien el sistema genera reporte sobre las unidades registras por cuenca, no describe aspectos biológico o ecológico de las especies.

Criterios para seleccionar los seis (6) sitios representativos

Uno de los aspectos clave considerados en la construcción del sistema de monitoreo fue que respondiera de manera representativa a las características de los diferentes ambientes acuáticos, condiciones sociales, niveles de conectividad a internet y a las diversas unidades territoriales con distintas figuras de ordenamiento y manejo presentes en la ZIF. En este sentido, la selección de los seis (6) sitios representativos donde se implementó el proyecto se basó en este tipo de criterios, los cuales se presentan en la tabla 4.

Tabla 4. Características ambientales, sociales y pesqueras distintivas de las seis localidades representativas de la ZIF Colombia–Perú. Fuente: Bonilla (2026)

Zona	Ambiental	Social	Pesquero
Microcuenca Caucayá	Corresponde a un ecosistema de aguas negras o de origen selvático, poco intervenido.	Es un territorio constituido por resguardos indígenas de las etnias murui, siona y kichwa con una zona de amortiguamiento con el PNN La Paya	La pesca se hace con métodos tradicionales y redes de enmalle. Las poblaciones de arawana (*O. bicirrhosum*) esta reducida.
Puerto Leguízamo	Puerto Leguízamo se encuentra a orillas del río Putumayo, el cual es de aguas blancas y de origen andino.	Confluyen Colono campesinos e indígenas. Es el principal centro de acopio de pescado en el Putumayo.	La actividad de centra sobre peces de canal como bagres del género *Brachyplatystoma* y siluriformes medianos.
Veredas Playa Rica-Hong Kong	Estas veredas están ubicadas a orillas del río Putumayo, el cual presenta un comportamiento hidrológico	Están constituidos por colono campesinos y algunos afroamazónicos. Presentan conflictos por la actividad de	La pesca se desarrolla con redes de enmalle y palangre. Predomina la pesca de *B. platynemum*, *B. juruense*, *P. nigricans*, *P. punctifer* y *Salminus sp*.

Zona	Ambiental	Social	Pesquero
	característico de un río de piedemonte y llanura amazónica.	carga de embarcaciones fluviales y orden público.	
Reserva campesina "Perla Amazónica"	La reserva cuenta con el río Putumayo y con quebradas de origen selvático (Cohembí), las cuales han sido intervenidas por procesos de praderización, cultivos ilícitos y los impactos de la actividad petrolera.	Este territorio lo compone 22 veredas conformado por colono campesino y afrodescendientes.	No se desarrolla pesca comercial; la actividad se limita a la pesca de subsistencia, dirigida principalmente a peces de escama como el bocachico y a bagres como el pintadillo rayado. Asimismo, dentro de su figura como reserva campesina no se cuenta con planes de manejo pesquero.
Sistema lagunar Tarapoto	Corresponde a un humedal de aguas negras o de origen selvático con acceso al río Amazonas	El sistema lagunar está definido como un sitio Ramsar de aproximadamente 45.463 hectáreas, ubicado en territorio indígena. Cuenta con plan de manejo pesquero.	La pesca se hace con métodos tradicionales y redes de enmalle. Las poblaciones de pirarucú y arawana (*O. bicirrhosum*) esta reducida por sobrepesca.
Sistema laguna de Yahuarcaca	Es un humedal de aguas negras, de origen selvático, con un área aproximada de 1.200 a 1.500 hectáreas y conexión con el río Amazonas.	Es un territorio de comunidades indígenas (Ticuna, Cocama y Yaguas) que promueven el etnoturismo y la conservación. Cuentan con plan de manejo pesquero.	es vital para la seguridad alimentaria y la economía de siete comunidades indígenas (Ticuna-Cocama) al ser una fuente principal de proteína y sustento

Algunas estrategias para la operatividad del sistema de monitoreo en la zona de estudio

En cuanto a las estrategias necesarias para garantizar el funcionamiento del sistema en la zona de estudio, considerando sus características (Figura 15), se identifican las siguientes oportunidades:

- Uso de métodos y tecnología apropiada

Es necesario contar con equipos tecnológicos de bajo costo para facilitar la participación de todas las personas interesadas (teléfonos inteligentes y tabletas). No obstante, debido a las limitaciones de conectividad a internet y el acceso irregular al servicio de energía en la cuenca del Putumayo y río Amazonas, será necesario recurrir al uso de formatos en papel como medio alternativo de recolección de datos, tal como lo realizan actualmente los monitores de Puerto Leguízamo y Puerto Asís. Estos registros serán digitalizados y cargados en las bases de datos correspondientes una vez se disponga de conexión. Es así que el sistema permite el registro de datos en formatos físicos o directamente en el aplicativo.

El prototipo funciona de manera asincrónica: guarda los datos localmente y, una vez se restablece la señal, sincroniza automáticamente la información con la base central. Este esquema híbrido garantiza que los registros físicos puedan ser posteriormente digitalizados y cargados en las bases de datos, mientras que los registros digitales se almacenan en caché y se suban al sistema cuando hay conectividad. Así, el sistema asegura continuidad en el monitoreo, incluso en contextos de baja conectividad.

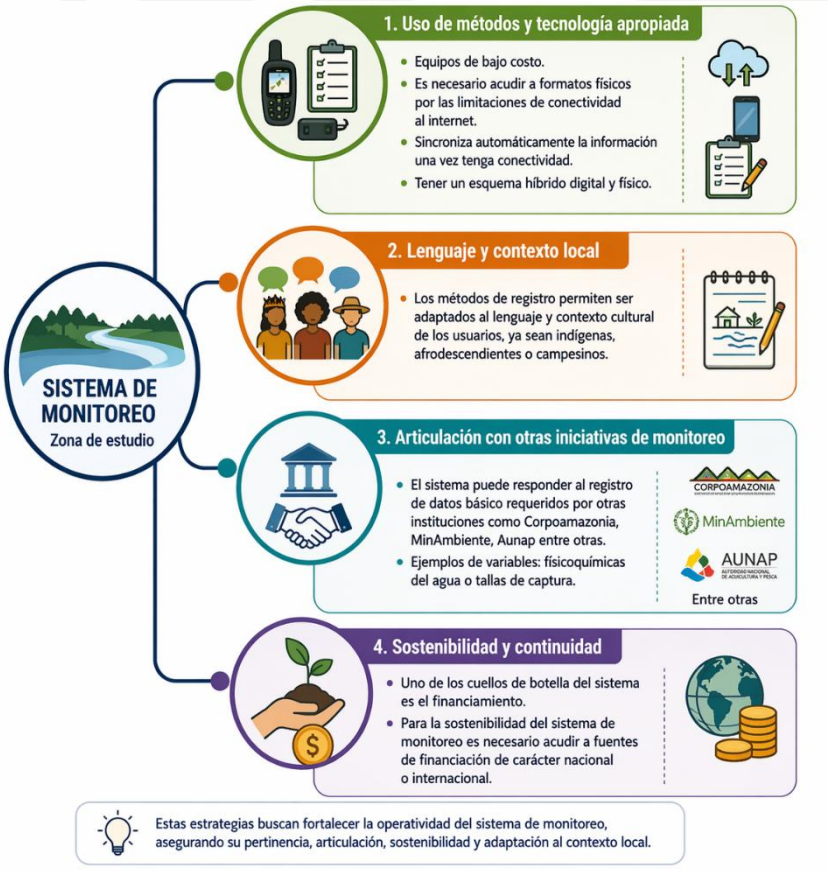


Figura 15. Algunas estrategias para la operatividad del sistema de monitoreo en la ZIF Colombia con Perú. Fuente: Bonilla (2026)

- Lenguaje y contexto local

Todos los métodos de registro deben permitir su adaptación al lenguaje y al contexto cultural de los usuarios, ya sean indígenas, afrodescendientes o campesinos. Como ejemplo, en Leticia y Puerto Nariño los nombres de los peces se presentan en el aplicativo tanto en idioma tradicional, en castellano y en nomenclatura científica. De esta manera, se contribuye a la preservación de la lengua y los saberes tradicionales de las comunidades indígenas asociados a la pesca y al entorno ambiental.

- Articulación con otras iniciativas de monitoreo

El prototipo de sistema de monitoreo está diseñado para ser complementario a otras iniciativas de monitoreo, tanto institucionales como aquellas desarrolladas en programas pedagógicos de escuelas, colegios o colectivos ciudadanos, en relación con algunos de los módulos que lo componen actualmente. De este modo, facilita el registro y la integración de datos básicos requeridos por entidades como Corpoamazonia, MinAmbiente, AUNAP, secretarias de medio ambiente municipal entre otros en la zona de estudio. Esto incluye variables fisicoquímicas del agua, información sobre tallas de captura y otros indicadores clave, lo que permite optimizar esfuerzos, evitar duplicidades y fortalecer la gestión y la toma de decisiones a diferentes escalas.

- Sostenibilidad y continuidad

Este es uno de los aspectos más críticos para garantizar la operatividad del sistema de monitoreo; por ello, es fundamental establecer planes a largo plazo que aseguren la continuidad en el registro de la información, respaldados por una asignación presupuestal adecuada y una gestión operativa eficiente. Para tal fin, se pueden gestionar recursos a través de organizaciones multilaterales como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) o el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), así como mediante organizaciones no gubernamentales internacionales como WWF (Fondo Mundial para la Naturaleza), Conservación Internacional, WCS (Wildlife Conservation Society) y TNC (The Nature Conservancy). A nivel nacional, es posible acceder a fuentes de financiación del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), que respalda programas de manejo pesquero, y la Corporación Autónoma Regional CORPOAMAZONIA, entre otras.

Resultados

Indicadores definidos

Durante el desarrollo del proyecto, mediante un proceso participativo, se definieron once (11) indicadores junto con las comunidades, y un indicador adicional fue identificado en el encuentro interinstitucional realizado en Bogotá a inicios del mes de marzo del presente año. Este corresponde al porcentaje (%) de ocurrencia de enfermedades gastrointestinales asociadas al consumo de agua según su origen, el cual permitiría reportar la presencia de este tipo de enfermedades, especialmente en niños, en los sitios de monitoreo; no obstante, este indicador aún se encuentra en proceso de validación.

En la figura 16, nos muestra los indicadores socioeconómicas y eco ambientales definidos y avalados por las comunidades participantes y expertos.



Figura 16. Indicadores socioeconómicos y ecoambientales definidos participativamente, representativos para la ZIF Colombia–Perú. Fuente. Bonilla (2026)

La definición de los indicadores permitió integrar dimensiones cuantitativas y cualitativas en un mismo sistema de evaluación. En el componente cuantitativo se incluyeron variables como la captura de peces comerciales y de consumo, la variación del precio del pescado, la captura por unidad de esfuerzo (CPUE), el consumo per cápita de pescado, la composición de las capturas, así como parámetros fisicoquímicos como la temperatura, el potencial de hidrógeno (pH), la conductividad eléctrica y la concentración de oxígeno disuelto (OD). Por su parte, el componente cualitativo incorporó aspectos como la presencia de contaminantes y la presencia de especies de peces no nativas o exóticas.

Se elaboraron fichas técnicas para cada indicador (ver Anexo 1), lo que permitió estandarizar su uso y asegurar que comunidades, técnicos e instituciones comprendieran qué se mide, cómo se mide y con qué frecuencia. Este proceso define con precisión cada indicador y facilita la comprensión de cómo las variables pueden responder ante cambios temporales y/o permanentes en el ecosistema.

Que se logró con el prototipo del sistema de monitoreo participativo

- Se logró tener un acercamiento entre el conocimiento tradicional de pescadores y líderes comunitarios con el trabajo técnico del Instituto SINCHI, mediante talleres participativos y procesos de capacitaciones en los sitios priorizados.
- El proceso de construcción del prototipo del sistema de monitoreo contó con la participación de comunidades indígenas, campesinas y afroamazonicos, así como de asociaciones de pescadores, estudiantes de colegios promoviendo además la inclusión de mujeres, como las monitoras de Tarapoto.
- El proceso impulsó la generación de espacios de retroalimentación comunitaria mediante reuniones presenciales y la creación de grupos de comunicación, como WhatsApp, lo que fortaleció la confianza en el sistema y mejoró la interacción entre los actores involucrados.
- Se logró mostrar a los participantes que los celulares y tabletas tienen un uso más amplio y relevante como herramientas de registro y monitoreo, más allá de las llamadas y redes sociales, destacando la importancia del prototipo del sistema de monitoreo y su aplicación ágil en equipos de uso cotidiano.
- Aunque en algunos sitios donde se desarrolla el monitoreo aún se utilizan formatos físicos, se reconoce que el prototipo logró adaptarse a las condiciones de complejidad derivadas del limitado acceso a internet y puede funcionar sin conexión.
- El sistema permite la incorporación de nuevos indicadores y demuestra capacidad de adaptarse a diferentes tipos de procesos.
- En uno de los sitios estratégicos, la Reserva Campesina 'Perla Amazónica' en Puerto Asís, se demostró que un sistema de monitoreo es compatible de aplicarse en ecosistemas acuáticos tal como se hace en ecosistemas terrestres (Ej: Ebird).
- Uno de los avances y logros alcanzados en el desarrollo del prototipo fue la creación de una API (Application Programming Interface) robusta. Este desarrollo garantiza la interoperabilidad de la información, permitiendo que entidades aliadas como el Observatorio Regional Amazónico (ORA), accedan y consuman datos de manera segura y controlada.
- Durante el proceso de construcción del sistema, las capacitaciones a los monitores fortalecieron el adecuado registro de la información biológica y pesquera; asimismo, permitieron comprender cómo variables físicas y químicas, que anteriormente no habían sido consideradas ni registradas, influyen directamente en la ecología de los peces y cómo los cambios en sus características pueden afectarlos.

Potencialidad y uso de la información que puede ser generada por el sistema

- El sistema de monitoreo tiene potencial de crecimiento, debido a que la arquitectura del software fue diseñada para crecer de manera orgánica y garantizar interoperabilidad con

kiwa CQR COMPAÑÍA ISO 9001:2015 CERTIFICADA # 2023009250

otros sistemas, incluyendo la posibilidad de compartir información con la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA).

- Se contempla la publicación de tableros públicos para que la comunidad científica y la sociedad en general puedan consultar los avances. Estos tableros de control potencian el uso de la información generada por el sistema, al permitir la creación de gráficas, diagramas de torta, la identificación de datos atípicos y la descarga de registros en formato Excel, facilitando el análisis, para la toma de decisiones.
- Los datos de la biología pesquera permiten seguir el comportamiento de especies comerciales y de subsistencia, registrando ciclos de migración y presión pesquera. Además, los monitores en campo documentan capturas, esfuerzo de pesca y condiciones físico-químicas básicas, generando indicadores que fortalecen la comprensión de la dinámica temporal de la biología pesquera y potencian el uso de la información para análisis, planificación y toma de decisiones.
- La toma de información y el registro de parámetros como pH, conductividad del agua o presencia de contaminantes generan datos esenciales para informar a las entidades como autoridades ambientales de carácter local, regional o nacional sobre cambios ambientales. Estos registros pueden fortalecen la gestión adaptativa frente al cambio climático, al aportar insumos que permiten análisis comparativos, seguimiento de tendencias y la toma de decisiones estratégicas.

Oportunidades del sistema de monitoreo identificadas por los actores institucionales durante el encuentro interinstitucional realizado en Bogotá.

- Las instituciones consideran que, al ser adaptable, el sistema de monitoreo tiene el potencial de incorporar nuevas variables e indicadores, lo que permite su integración en diferentes procesos y actores, como el seguimiento a la contaminación por mercurio en la cuenca del Putumayo.
- La Corporación Autónoma Regional CORPOAMAZONIA resaltó que el sistema puede articularse con proyectos de monitoreo en los ríos Putumayo y Caquetá (Localidad de la Tagua), así como con iniciativas educativas como los PRAE y proyectos internacionales como el GEF. Esto evidencia la versatilidad del sistema para integrarse en procesos comunitarios, académicos y productivos, ampliando el alcance de la información generada.
- El Ministerio de Ambiente de Colombia reconoció el sistema como una herramienta valiosa que debe ser fortalecida, destacando su potencial para articularse con la OTCA y consolidarse como una base de cooperación binacional. Esto refuerza la posibilidad de utilizar la información para fortalecer redes de coordinación entre los países amazónicos.
- La Cancillería de Colombia subrayó la importancia de la visualización comunitaria y la articulación con el programa PIRMA (Programa de Integración Reginal Amazónica), destacando que el sistema puede complementar el Sistema Nacional de Monitoreo del Recurso Hídrico. Esto potencia el uso de los indicadores de calidad del agua y de los recursos pesqueros, asegurando que la información llegue de manera directa tanto a las comunidades como a las instituciones.

kiwa CQR COMPAÑÍA ISO 9001:2015 CERTIFICADA # 2023009250

- El Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) destacó que la iniciativa tiene el potencial de ampliarse a toda la cuenca amazónica, integrando variables de calidad del agua y de poblaciones acuáticas. La información generada por el sistema se proyecta como un insumo clave para evaluaciones regionales y procesos de planificación binacional.
- La AUNAP reconoció que, al articular esfuerzos en torno a especies migratorias y locales, el sistema puede contribuir a la sostenibilidad del recurso. Asimismo, destacó la viabilidad de integrar la información del SEPEC con el prototipo, lo que refuerza su potencial de interoperabilidad y la complementariedad de datos para la gestión pesquera.

Lecciones aprendidas

- Se evidenció que el prototipo del sistema de monitoreo puede complementar otras iniciativas locales, como el monitoreo de la calidad del agua. Un ejemplo de ello son los estudiantes del Colegio Ciudad de Asís en la ciudad de Puerto Asís quienes adoptaron el modelo como estrategia pedagógica en las aulas de clase, específicamente en las áreas de biología y química básica, en los grados 10 y 11.
- La participación de los monitores en la adopción de nuevas estrategias de registro de información biológica y pesquera ha sido particularmente sólida en Leticia y Puerto Nariño (Amazonas), donde la apropiación del sistema ha sido más rápida y dinámica, debido a los antecedentes y procesos de capacitación desarrollados en los últimos años por instituciones como la Universidad Nacional, el Instituto SINCHI, WWF-Colombia, la Fundación Omacha, PROA, Corpoamazonia y la AUNAP. En contraste, en la cuenca del Putumayo este proceso es más reciente, por lo que requiere mayor tiempo para su adaptación y para la familiarización de los monitores con los programas de monitoreo.
- La inclusión de mujeres y jóvenes en roles de monitoreo contribuyó a promover la equidad de género y a diversificar las capacidades locales involucradas en la recolección de información.
- Se aprendió que el sistema debe ser flexible (uso en línea y sin conexión, formatos físicos) es clave para superar limitaciones de conectividad y garantizar la participación de comunidades rurales.
- Los procesos de validación y retroalimentación de los datos a nivel local o comunitario desempeñan un papel fundamental en la calidad de los registros. La curaduría de la información, realizada de manera particular con el monitor, permite asegurar su confiabilidad. Asimismo, los espacios de retroalimentación comunitaria, tanto presenciales como virtuales, fortalecieron la confianza de los monitores y de los gestores de la información, al facilitar la identificación de errores y el reconocimiento de fortalezas.
- Algunos pescadores consideran que el monitoreo debe ser remunerado y reconocido como una actividad laboral formal.
- En las localidades de Puerto Leguízamo y Puerto Asís, los pescadores señalaron un nivel de riesgo asociado al uso de teléfonos celulares para el registro de información, ya que puede prestarse a malos entendidos en el contexto de los problemas de orden público en la región, especialmente por el uso de datos de GPS y registros fotográficos. En este sentido,

existen sitios donde no es conveniente utilizar equipos electrónicos, con el fin de garantizar la seguridad de los monitores.

- Promover el intercambio de experiencias es un ejercicio motivador que incentiva a las personas a persistir en iniciativas como el manejo comunitario. Ejemplo de ello son los logros de los monitores del Amazonas y del PROMAPE en la cuenca del río Peneya, en el manejo del pirarucú (*A. gigas*), cuyos resultados evidencian la importancia de la constancia y el compromiso para alcanzar las metas, los cuales fueron reconocidos durante el intercambio de experiencias realizado en la localidad de Puerto Leguízamo en 2026.
- El sistema de monitoreo se encuentra en una fase inicial y está sujeto a mejoras tecnológicas y metodológicas; por lo tanto, evolucionará y se ajustará progresivamente de acuerdo con las situaciones que se presenten a medida que se consolide su implementación en campo.
- El sistema de monitoreo requerirá al menos un año de registro de información de buena calidad sobre las variables socioeconómicas y ecoambientales para generar análisis que permitan identificar y comprender las dinámicas y cambios que se presentan en los ecosistemas acuáticos y en los recursos pesqueros.
- A nivel de monitores y personas capacitadas, se observó que solo 3 de cada 10 registraron la información de manera correcta en el corto plazo, lo que evidencia la necesidad de reforzar conceptos y realizar evaluaciones individuales periódicas en la toma de datos, por ejemplo, cada dos o tres meses.
- Se evidencia que el registro de variables que no implican mayor esfuerzo, como el seguimiento a los precios de comercialización de productos pesqueros, la captura por unidad de esfuerzo o la presencia de contaminantes, fue más frecuente. En contraste, el registro de variables relacionadas con la biología de peces o la ingesta de pescado, que requiere el uso de equipos, formatos y otros elementos, fue menos frecuente debido al mayor tiempo y esfuerzo que demandan.

Dificultades logísticas, técnicas, sociales en la implementación del sistema

Son múltiples las dificultades y retos que enfrentará el sistema de monitoreo. Entre ellos se destacan (Figura 17):

- ✓ En la ribera del río Putumayo, la presencia de grupos armados limita el uso de equipos tecnológicos como celulares, tabletas u otros dispositivos de captura de datos. Esta restricción afecta directamente la capacidad de los monitores comunitarios para registrar información en tiempo real.
- ✓ Aunque existe mayor acceso a teléfonos celulares en la zona de estudio, muchos pescadores los utilizan principalmente para redes sociales y no conocen su uso en aplicaciones técnicas, lo que ha limitado la apropiación del sistema digital.
- ✓ Muchos de los pescadores hombres no saben leer o tienen baja alfabetización, lo que dificulta el uso de aplicaciones móviles y registros.

- ✓ Para el caso del río Amazonas colombiano, la sistematización de la información aún depende en gran medida de registros físicos, lo que dificulta y retrasa la consolidación de bases de datos digitales.
- ✓ El aprendizaje en el uso de celulares y aplicaciones para la toma de información ha sido un desafío, ya que requiere procesos de capacitación y acompañamiento constante.
- ✓ Los celulares y tabletas no son elementos amigables con el agua, en algunos sitios se han presentado accidentes al caer al agua.
- ✓ La falta de cobertura de internet en casi 70% de la zona fronteriza impide el uso continuo de la plataforma.
- ✓ La participación comunitaria es más fuerte en Leticia y Puerto Nariño, donde existen colectivos organizados (como mujeres pescadoras en Tarapoto y la organización TIKA en Yahuarcaca). Sin embargo, la edad de los pescadores adultos hace que la adaptación a herramientas digitales sea lenta.
- ✓ Otra dificultad radica en el mantenimiento y la calibración de los equipos e instrumentos de medición, como balanzas digitales, pH-metros y conductímetros, entre otros. Este aspecto es fundamental, ya que, si no se encuentran correctamente calibrados, se corre el riesgo de registrar información errónea.
- ✓ Los costos de desplazamiento hacia zonas remotas de la ZIF Colombia–Perú son elevados, ya que en su mayoría requieren transporte aéreo y fluvial, cuya frecuencia de servicio suele ser irregular.

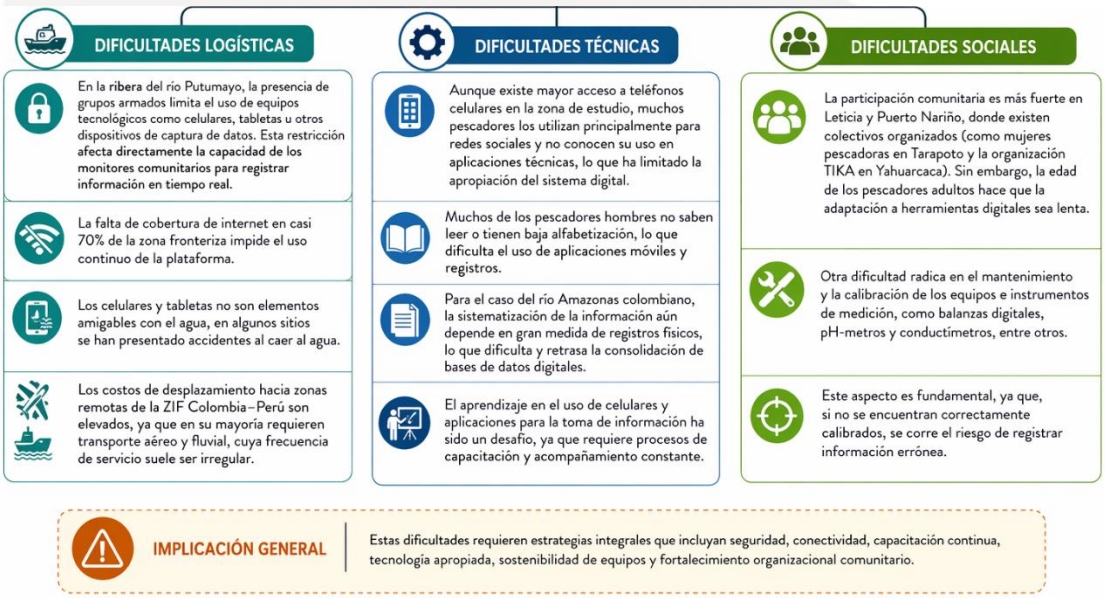


Figura 17. Dificultades logísticas, técnicas, sociales en la implementación del sistema en la ZIF Colombia con Perú. Fuente: Bonilla (2026)

kiwa CQR COMPAÑÍA ISO 9001:2015 CERTIFICADA # 2023009250

Algunas Mejoras Propuestas

Entre algunas mejoras a recomendar están:

- Se propone que el sistema esté disponible en español, inglés, portugués, lo que facilita su escalabilidad y replicabilidad en otros territorios amazónicos.
- Disponibilidad del sistema en idioma nativo (comunidades indígenas)
- Desarrollar materiales didácticos con herramientas audiovisuales para mejorar la calidad de recolección de datos.
- Se propone considerar la incorporación del uso de imágenes satelitales para monitorear los cambios en las áreas superficiales de los cuerpos de agua, asociados a eventos como la invasión de plantas acuáticas y la desecación de ecosistemas acuáticos por efectos climáticos.
- Incorporar en el sistema íconos, colores y gráficos simples que permitan a personas con baja alfabetización leer y comprender los registros en el sistema.
- Es pertinente considerar que el sistema de monitoreo esté acompañado de información útil para los pescadores, como tallas de captura permitidas, épocas de veda, entre otras orientaciones de carácter informativo.

1.3 Conformación y capacitación de una red de actores que participan en la aplicación del sistema de monitoreo, considerando la perspectiva de género



Figura 18. Actualización de potenciales miembros de la Red de Actores del sistema de monitoreo. Fuente: Bonilla (2026)

Red de actores que participan en el sistema considerando la perspectiva de género

La red de actores aún está en crecimiento, inicialmente acompañada por 25 organizaciones interesadas, entre entidades territoriales, pescadores, organizaciones, colectivos y grupos sociales que apoyan el establecimiento de un sistema de monitoreo de ecosistemas acuáticos en la zona de estudio. La conformación de la red de monitoreo en la ZIF Colombia con Perú se realizó mediante un proceso técnico y participativo, orientado a vincular actores con incidencia directa en la gestión, uso y conservación de los ecosistemas acuáticos, así como fines académicos y educativos. Antes las nuevas aproximaciones que ha tenido el sistema se hacen necesario promover la vinculación de nuevos actores a la red de monitoreo, en razón de sus competencias y funciones relacionadas con la gestión ambiental y la actividad pesquera en la Amazonía.

En este sentido, la participación de entidades como la Armada Nacional, la Inspección Fluvial y la Policía Ambiental puede fortalecer los procesos de control, vigilancia y seguridad en los territorios. De igual forma, la articulación con instituciones de investigación y formación como el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), DIREPRO Loreto, la Universidad Nacional de Colombia sede Leticia, el SENA, la Universidad de la Amazonia y la Fundación Grupo PROA permitiría robustecer los componentes técnicos, científicos y de formación de capacidades. La integración de estos actores contribuirá a consolidar una red de monitoreo más sólida, interoperable y sostenible, con mayor alcance territorial y capacidad de respuesta frente a los desafíos socioambientales de la región. Con estos nuevos potenciales miembros la Red contaría con 35 organizaciones (Figura 18).

Acciones para garantizar participación equitativa



A. B.

Figura 19. Participación activa de las mujeres en los procesos de intercambio de experiencias y en el monitoreo biológico y ambiental: A) monitoras de Puerto Nariño y B) promotora ambiental de la Perla Amazónica. Fuente: Bonilla (2026)

La inclusión de mujeres y de grupos diferenciales fueron considerados desde la consolidación del sistema de monitoreo; por ello, se priorizó la vinculación de colectivos con representación diversa, como el Colectivo de Mujeres Pescadoras y Tejedoras de Tarapoto y la Asociación YOI-YACO de Yahuarcaca, así como mujeres líderes de ASODORADO y las promotoras ambientales de la reserva campesina "Perla Amazónica" quien hoy en día siguen vinculadas (Figura 19).

Jornadas de capacitaciones a los usuarios

Se realizaron aproximadamente 16 encuentros, que incluyeron talleres, capacitaciones y ejercicios prácticos en campo, llevados a cabo entre 2025 y 2026 en los seis (6) sitios priorizados, con la participación de usuarios interesados.

Los encuentros se realizaron en los distintos sitios priorizados:

- Puerto Asís (Putumayo): veredas Playa Rica–Brisas de Hong Kong y la Reserva Campesina Perla Amazónica.
- Puerto Leguízamo (Putumayo): casco urbano y microcuenca del río Caucayá, con la participación de la asociación ASODORADO y comunidades indígenas Murui, Siona y Kichwa.
- Leticia (Amazonas): sistema lagunar Yahuarcaca, con la participación de la organización TIKA.
- Puerto Nariño (Amazonas): zona Ramsar, con una destacada participación de mujeres pescadoras de los pueblos Ticuna, Cocama y Yagua.



Figura 20. Jornadas de capacitaciones para registro de información biológica y ambiental tanto de estudiantes como monitores. Fuente: Bonilla (2025)

2. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE LOS ACUERDOS, LINEAMIENTOS Y CRITERIOS MÍNIMOS DE LAS BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES Y SOCIALES EN LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS QUE CONTRIBUYAN A LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD ACUÁTICA Y SUS ECOSISTEMAS ASOCIADOS EN LAS ZONAS DE ESTUDIO



Figura 21. Lineamiento y criterios mínimos asociados a la pesca que contribuyen a la conservación y uso de los ecosistemas en la ZIF Colombia con Perú. Fuente. Bonilla (2026)

Resumen del plan

La propuesta del plan de implementación de los acuerdos, lineamientos y criterios mínimos de buenas prácticas ambientales y sociales, asociados a la pesca y al cuidado de los ecosistemas acuáticos amazónicos, construidos en el marco de los encuentros de trabajo del proyecto, contempla una ejecución proyectada para un periodo mínimo de dos años. Asimismo, prevé la participación de al menos 35 organizaciones, entre instituciones, asociaciones de pescadores y población local interesada. El plan busca promover el uso sostenible de los recursos pesqueros mediante la adopción de prácticas responsables, el fortalecimiento de capacidades locales y la articulación interinstitucional, a través de capacitaciones, mesas técnicas para la definición de lineamientos, trabajo de campo e intercambios de experiencias. De igual manera, se plantea como una iniciativa piloto innovadora en la región, sin referentes previos directos, orientada a consolidar procesos participativos de gestión y conservación de la biodiversidad acuática (Figura 21).

Objetivo del plan de implementación

General

Implementar, de manera participativa, los acuerdos, lineamientos y criterios mínimos de buenas prácticas ambientales y sociales en las actividades económicas de seis zonas priorizadas —veredas Playa Rica–Hong Kong y Reserva Campesina "Perla Amazónica" (Puerto Asís), casco urbano de Puerto Leguízamo y microcuenca del río Caucayá (Putumayo), sistema lagunar Yahuarcaca (Leticia) y zona Ramsar Tarapoto (Puerto Nariño) con el fin de contribuir a la conservación de la biodiversidad acuática y sus ecosistemas asociados, mediante un proceso desarrollado en un horizonte de veinticuatro (24) meses, que articule la participación comunitaria con mesas técnicas interinstitucionales bajo enfoques de género, interculturalidad y cogestión territorial.

Objetivos específicos

- Socializar de manera participativa los lineamientos de buenas prácticas ambientales orientadas al respeto de tallas mínimas de captura, cumplimiento de vedas, uso de artes de pesca permitidas y protección de rondas hídricas y vegetación acuática y sociales basadas en el reconocimiento de saberes tradicionales, el diálogo intercultural, el respeto a los planes de vida y la inclusión de mujeres y jóvenes en la toma de decisiones en las seis zonas priorizadas, mediante metodologías pedagógicas interculturales adaptadas a cada territorio, con el fin de garantizar su comprensión, apropiación colectiva y fortalecimiento a través de espacios de intercambio de experiencias entre comunidades de Colombia y Perú.

- Fortalecer las capacidades técnicas de pescadores y actores locales mediante programas teórico-prácticos en buenas prácticas ambientales que incluyan el uso de artes de pesca selectivas (atarraya, anzuelo, espinel, arpón y flecha), el manejo sostenible de los recursos hidrobiológicos, la limpieza adecuada de las artes antes y después de las faenas, así como técnicas apropiadas de manipulación, eviscerado, refrigeración, almacenamiento y transporte fluvial del pescado y en prácticas sociales, articuladas con los saberes tradicionales.

- Implementar medidas directas orientadas a reducir el impacto ambiental de la pesca sobre los ecosistemas acuáticos, mediante la adopción de protocolos de uso responsable del recurso y la ejecución de acciones de conservación en el territorio. Esto incluye promover la pesca selectiva, el respeto por las vedas incluidas las comunitarias, la protección de zonas vulnerables como áreas de reproducción, desove y refugio, así como la restauración de hábitats degradados mediante la reforestación de rondas hídricas.

- Fortalecer la organización social y la gestión comunitaria de los recursos pesqueros mediante mecanismos participativos para la toma de decisiones, con enfoques de género, interculturalidad e inclusión intergeneracional. Asimismo, promover la articulación entre organizaciones de base, autoridades tradicionales indígenas, alcaldías y entidades del orden nacional, garantizando la participación equitativa de mujeres, jóvenes y grupos vulnerables en asambleas, mesas técnicas y espacios binacionales, como las comisiones de vecindad entre Colombia y Perú.

kiwa CQR COMPAÑÍA ISO 9001:2015 CERTIFICADA # 2023009250

- Capacitar en prácticas adecuadas para la gestión integral de los residuos generados en la actividad pesquera, diferenciando su manejo según su naturaleza y nivel de peligrosidad, con el fin de minimizar los impactos ambientales y promover el aprovechamiento sostenible de los recursos. Esto incluye la gestión de residuos orgánicos (vísceras, escamas, cabezas y peces en descomposición), residuos inorgánicos (empaques, plásticos, redes sintéticas deterioradas, cuerdas de nylon e icopor) y residuos peligrosos, promoviendo su almacenamiento seguro, correcta identificación y disposición final conforme a la normativa ambiental vigente.

- Consolidar procesos continuos de educación ambiental que promuevan cambios sostenidos de comportamiento en torno a la conservación de la biodiversidad acuática y el uso responsable de los recursos pesqueros, para lo cual se diseñan campañas de sensibilización dirigidas a pescadores, escolares, mujeres y jóvenes, acompañadas de materiales pedagógicos como cartillas ilustradas, infografía, boletines comunitarios y piezas para redes sociales, entre como que se articule con la identidad cultural y con la gobernanza territorial a largo plazo.

Alcance y cobertura

Área de intervención del plan

El plan prevé su implementación en las zonas de drenaje de las cuencas de los ríos Putumayo y Amazonas, ubicadas en los departamentos del mismo nombre, en la frontera entre Colombia y Perú. Se desarrollará específicamente en seis localidades representativas, las cuales se describen en la tabla a continuación (ver Tabla 5). Estas localidades se caracterizan por su alta diversidad de ambientes acuáticos y de biodiversidad, así como por la presencia de diversas organizaciones sociales, territoriales y culturales.

Tabla 5. Descripción de las comunidades seleccionadas para la implementación del plan, como sitios representativos de la zona de integración fronteriza (ZIF) entre Colombia y Perú. Fuente. Bonilla (2026)

Localidad	Municipio	Población	Beneficiarios directos e indirectos
Microcuenca Caucayá	Leguízamo	Población indígena etnias murui, siona y kichwa	772
Puerto Leguízamo	Leguízamo	Colono campesinos e indígenas	13.296
Veredas Playa Rica-Hong Kong	Puerto Asís	Colono campesino	500
Reserva campesina “Perla Amazónica”	Puerto Asís	Colono campesino	2.100
Sistema lagunar Tarapoto	Puerto Nariño	Población indígena etnias ticuna, cocama y yaguas	6.893
Comunidad La Playa	Leticia	Población indígena etnias ticuna y cocama,	465

kiwa CQR COMPAÑÍA ISO 9001:2015 CERTIFICADA # 2023009250

Actores involucrados

Para el logro de los objetivos del plan de implementación, y con base en la exploración previa, se identificaron treinta y cinco (35) actores, agrupados en seis categorías estratégicas que conforman la estructura de la red. En el ámbito académico participan la Universidad Nacional de Colombia (sede Leticia), la Universidad de la Amazonia y el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). En el Sistema Nacional Ambiental (SINA) se articulan el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonía (CORPOAMAZONIA) y Parques Nacionales Naturales de Colombia, con especial relevancia del Parque Nacional Natural La Paya en jurisdicción de Puerto Leguízamo.

En el sector público territorial, el plan se apoya en las alcaldías de Puerto Asís, Puerto Leguízamo, Puerto Nariño y Leticia, así como en las gobernaciones de Putumayo y Amazonas y en la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP). Por su parte, la sociedad civil y el sector privado están representados por organizaciones como WWF-Colombia, la Fundación Grupo PROA y la Fundación Omacha.

En cuanto a las comunidades étnicas y campesinas, se destacan la Organización TIKA del sistema lagunar Yahuarcaca; el Colectivo de Mujeres Pescadoras y Tejedoras de la zona Ramsar Tarapoto; la Asociación ASODORADO en Puerto Leguízamo; la Asociación de Desarrollo Integral Sostenible Perla Amazónica (ADISPA); la Asociación de Pescadores de Puerto Asís en las veredas Playa Rica y Hong Kong; y las comunidades de Tukunare, Lagarto Cocha y Cecilia Cocha en la microcuenca del río Caucayá.

A nivel internacional, se reconocen actores estratégicos como la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA), el Ministerio de la Producción del Perú (PRODUCE), la Dirección Regional de la Producción de Loreto (DIREPRO-Loreto), el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) y el Proyecto Especial Binacional de Desarrollo Integral de la Cuenca del Río Putumayo (PEBDICP).
Cabe precisar que esta red de actores no constituye una estructura cerrada ni estática, sino un tejido institucional dinámico que puede reconfigurarse en función de las particularidades y necesidades de cada sitio priorizado.

Estrategias de implementación

A continuación, se describe cómo se tiene previsto desarrollar el plan de implementación a partir de las consideraciones manifestadas por los mismos usuarios de la zona de estudio en los diferentes espacios de articulación:

- *Enfoque participativo y cultural*: Dada la diversidad de comunidades y organizaciones sociales presentes en la zona de estudio, los usuarios recomiendan reconocer la identidad cultural de los pueblos indígenas, así como sus espacios tradicionales para la toma de decisiones y la concertación. De igual manera, las comunidades campesinas destacan que los espacios organizativos, como las juntas de acción comunal, constituyen escenarios propios y fundamentales para la participación y la gestión territorial.
- *Articulación institucional*: Una de las principales debilidades en la zona de estudio es la limitada presencia institucional en el cumplimiento de sus funciones, siendo las fuerzas militares las que tienen mayor presencia en el territorio. Esta situación se evidencia con mayor intensidad en la localidad de Leguízamo. Por ello, se considera importante promover brigadas institucionales que permitan atender las necesidades del plan. En contraste, en zonas como Yahuarcaca y Puerto Nariño, la presencia institucional se articula desde Leticia,

kiwa >CQR COMPAÑÍA ISO 9001:2015 CERTIFICADA # 2023009250

al igual que en Puerto Asís, donde se cuenta con apoyo para las veredas Hong Kong–Playa Rica y la Reserva Campesina Perla Amazónica.

- *Enfoque ecosistémico y de cuenca*: La dinámica ecológica, hidrológica y pesquera en la zona de estudio es altamente diversa, por lo que resulta fundamental considerar estas particularidades. La oferta íctica varía en el tiempo y el espacio, lo que implica que las estrategias de implementación, los lineamientos y las acciones deben adaptarse a cada contexto específico, especialmente al tratarse de ecosistemas acuáticos complejos. Por ejemplo, la cuenca del río Putumayo presenta dinámicas muy distintas a las del río Amazonas a la altura de Leticia, lo que refuerza la necesidad de enfoques diferenciados.

Componentes y actividades

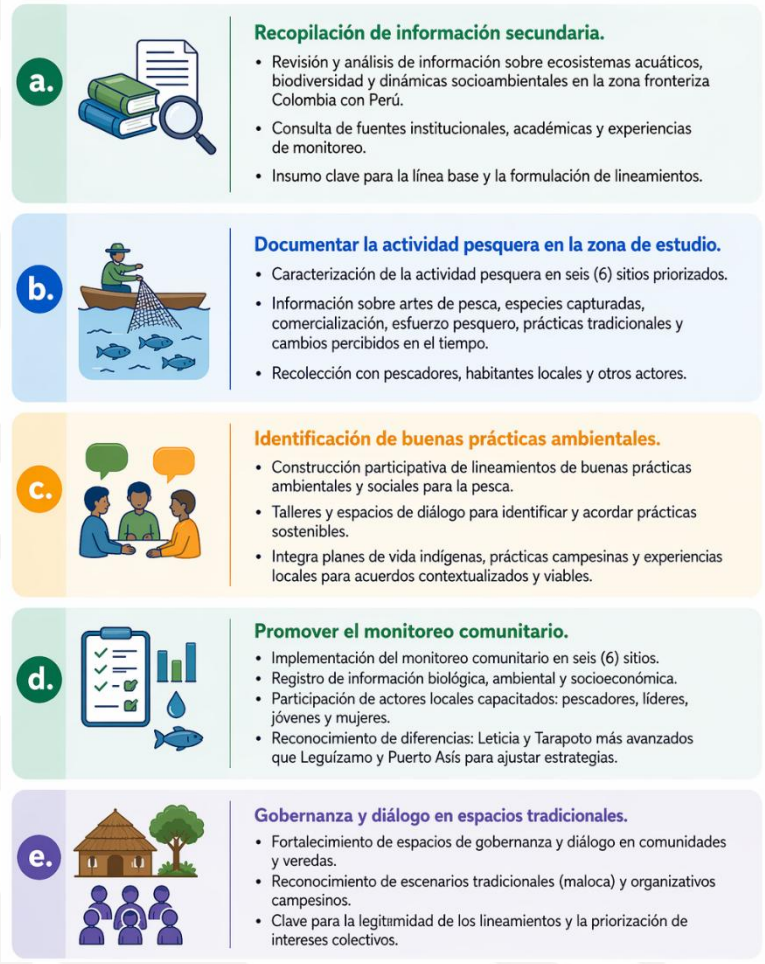


Figura 22. Principales acciones para la implementación del plan, basadas en el trabajo en campo. Fuente: Bonilla (2026)

Algunas acciones consideradas clave para el desarrollo del plan de implementación, con base en las interacciones con las comunidades y los encuentros de trabajo en campo (Figura 22).

a. *Recopilación de información secundaria***.** Revisión, sistematización y análisis de información relevante sobre los ecosistemas acuáticos, biodiversidad y las dinámicas socioambientales en la zona de integración fronteriza Colombia con Perú. Este proceso

incluye la consulta de fuentes institucionales y académicas, así como de experiencias previas de monitoreo. La información recopilada constituye un insumo fundamental para la construcción de la línea base y la formulación de los lineamientos.

b. *Documentar la actividad pesquera en la zona de estudio*. Caracterizar la actividad pesquera en los seis (6) sitios priorizados, mediante la recopilación de información con pescadores, habitantes locales, tomadores de información y otros actores vinculados al proceso. La información a documentar incluye las artes de pesca utilizadas, las especies capturadas, las dinámicas de comercialización, el esfuerzo pesquero, las prácticas tradicionales y los cambios percibidos a lo largo del tiempo.

c. *Identificación de buenas prácticas ambientales en ecosistemas acuáticos*. Construcción participativa y formulación de lineamientos de buenas prácticas ambientales y sociales para la actividad pesquera, desarrolladas junto con los actores locales en los seis (6) sitios de intervención. A través de talleres, encuentros comunitarios y espacios de diálogo, se promoverá la identificación y concertación de prácticas sostenibles que contribuyan a la conservación de los ecosistemas acuáticos y al uso responsable de los recursos pesqueros. Este proceso reconoce la diversidad cultural y organizativa de los territorios, integrando los planes de vida de comunidades indígenas, las prácticas campesinas y las experiencias locales de manejo, con el fin de generar acuerdos contextualizados, viables y apropiados socialmente.

d. *Promover el monitoreo comunitario*. Poner en marcha el monitoreo comunitario en los seis (6) sitios de intervención, orientado al registro sistemático de información biológica, ambiental y socioeconómica asociada a la actividad pesquera. Este proceso será desarrollado por actores locales previamente capacitados incluyendo pescadores, líderes comunitarios, jóvenes y mujeres, promoviendo la apropiación social del conocimiento y el fortalecimiento de capacidades locales. Asimismo, se reconocerán las diferencias en el nivel de avance de los procesos de monitoreo entre territorios, destacando que en Leticia y Tarapoto estos se encuentran más consolidados en comparación con Leguízamo y Puerto Asís, lo que permitirá ajustar las estrategias de implementación según cada contexto.

e. *Gobernanza y diálogo en espacios tradicionales*. Fortalecer los espacios de gobernanza y diálogo en las comunidades y veredas involucradas, reconociendo tanto los escenarios tradicionales como la maloca en comunidades indígenas como los espacios organizativos de la población campesina. Estos ámbitos son fundamentales para garantizar la legitimidad de los lineamientos definidos. Esta línea de acción representa un reto en los procesos de concertación participativa, dado que confluyen las perspectivas y necesidades de diversos actores. No obstante, permite priorizar los intereses colectivos sobre los particulares y consolidar acuerdos sostenibles en el territorio.

Cronograma recomendado para la implementación

El tiempo mínimo estimado para la implementación es de veinticuatro (24) meses, organizado en cuatro fases interrelacionadas: planeación, implementación, seguimiento y evaluación, bajo un enfoque participativo y adaptativo, aplicable a la zona de estudio como conjunto de sitios representativos de la zona de integración fronteriza (ZIF) entre Colombia y Perú (ver Tabla 6).

kiwa CQR COMPAÑÍA ISO 9001:2015 CERTIFICADA # 2023009250

Tabla 6. Fases recomendadas para la implementación del plan de implementación en la zona de estudio. Fuente: Bonilla (2026)

Fase	Periodo	Objetivo	Actividades principales
Fase 1. Planeación	Meses 1–4	Establecer las bases técnicas, sociales e institucionales para la implementación del plan	- Socialización inicial del plan en las seis localidades priorizadas - Identificación y caracterización de actores clave - Conformación de mesas técnicas - Ajuste participativo de lineamientos de buenas prácticas ambientales y pesqueras de manera concertada - Planificación operativa (logística, recursos, cronograma detallado)
Fase 2. Implementación	Meses 5–18	Desarrollar las acciones en territorio para la adopción de buenas prácticas	-Capacitación a comunidades (pescadores, mujeres, jóvenes) - Implementación de buenas prácticas en actividades pesqueras - Puesta en marcha del sistema de monitoreo comunitario - Desarrollo de talleres, intercambios de experiencias y trabajo de campo - Fortalecimiento organizativo y gobernanza local - Acciones de comunicación y divulgación inclusiva
Fase 3. Seguimiento *(transversal)*	Meses 9–22	Monitorear avances, identificar ajustes y fortalecer el proceso	- Recolección periódica de información - Evaluaciones participativas en campo - Reuniones de seguimiento con mesas técnicas - Sistematización de avances y lecciones aprendidas - Ajustes adaptativos a las estrategias de implementación
Fase 4. Evaluación y cierre	Meses 23–24	Evaluar resultados, impactos y sostenibilidad del plan	- Evaluación final de los monitoreos - Análisis de cumplimiento de acuerdos y lineamientos - Documentación de resultados y buenas prácticas - Socialización final con comunidades e instituciones - Formulación de recomendaciones para continuidad y escalamiento

Metodológicamente, el plan de implementación se fundamenta en el Enfoque Ecosistémico de la Pesca (EEP) y en el co-manejo participativo, metodologías promovidas por la FAO para la gestión sostenible de los recursos hidrobiológicos (Defeo, 2015). Este enfoque integra dimensiones ecológicas, sociales y económicas, y se desarrolla a través de fases de diagnóstico participativo, priorización de problemáticas, formulación de acuerdos, implementación de acciones y monitoreo continuo. También es importante considerar el protocolo de captura de información pesquera, biológica y socioeconómicas recomendado por el ministerio de agricultura (Agudelo et al., 2011)

y el código de conducta para la pesca responsable (AUNAP, 2016; Congreso de Colombia, 1990; FAO, 1995).

Gestión de riesgos

Son múltiples los riesgos identificados para la puesta en marcha del plan de implementación, en función de las características de los sitios priorizados en el estudio. En este sentido, estos se describen a continuación bajo dos categorías:

- *Riesgos operativos*: Este riesgo está asociado a eventos climáticos, así como a condiciones de acceso y seguridad. Las emergencias por inundaciones y sequías se han vuelto fenómenos recurrentes en la zona de estudio; ejemplo de ello son las inundaciones de 2025 en el municipio de Puerto Asís y los bajos niveles del río Amazonas en Leticia en 2023, que generaron dificultades en la movilidad. En el marco de la implementación del plan, estas situaciones pueden retrasar el cumplimiento de algunas acciones. En cuanto a las condiciones de acceso, la localidad de Puerto Leguízamo presenta limitaciones, ya que el ingreso se realiza principalmente por vía aérea o fluvial, con baja frecuencia y altos costos. Esta situación, sumada a los eventos climáticos, puede dificultar la presencia y las acciones de las instituciones en el territorio.

-*Riesgos sociales*: Entre los riesgos de carácter social se encuentran los problemas de orden público, más evidentes en la cuenca del río Putumayo debido al conflicto interno. A esta situación se suman las tensiones con países vecinos como Perú y Ecuador, donde se han presentado alteraciones en las dinámicas fronterizas a nivel social, económico y político. Si bien esta problemática se registra con menor intensidad en zonas como Leticia y Puerto Nariño, también se reportan allí situaciones de delincuencia que pueden incidir en el desarrollo de las actividades. En algunas comunidades de la cuenca del río Putumayo se ha evidenciado resistencia por parte de ciertos pobladores a participar en programas de manejo comunitario y en el cumplimiento de lineamientos ambientales de manera participativa. En muchos casos, estas actividades son percibidas como trabajo que debería ser remunerado, por lo que, al no recibir compensación económica, optan por no involucrarse. Esta situación responde, en parte, a experiencias previas en las que otros procesos han incentivado la mercantilización de la participación ciudadana en este tipo de iniciativas.

kiwa CQR COMPAÑÍA ISO 9001:2015 CERTIFICADA # 2023009250

Estrategias de comunicación

Establecer estrategias de comunicación efectivas para alcanzar los objetivos del plan de implementación constituye uno de los principales retos en contextos como la cuenca del río Putumayo, aunque con menor complejidad en el río Amazonas colombiano (Ver figura 23).



Figura 23. Estrategias de comunicación que pueden ser usados para la zona de estudio. Fuente: Bonilla (2026)

- *Socialización de resultados*: Presentar los avances y resultados en el cumplimiento del plan de implementación es fundamental, ya que permite evidenciar la gestión realizada y el cumplimiento de los acuerdos establecidos, particularmente por parte de las entidades implementadoras. Asimismo, constituye una forma de demostrar compromiso en cada una de las zonas donde se prevé desarrollar el plan. En este contexto, es importante considerar que las comunidades indígenas son especialmente sensibles a la retroalimentación de los procesos; la ausencia de socialización de resultados puede generar desinterés o desconfianza hacia las iniciativas.

- *Material de divulgación*: En la Figura 23 se describen las diferentes estrategias de comunicación que pueden emplearse en la zona de estudio. No obstante, es fundamental considerar a todos los componentes de la sociedad, dado que el plan debe llegar de manera inclusiva a toda la población, desde niños hasta personas con discapacidades visuales o auditivas. En este sentido, la comunicación del plan debe ser accesible y comprensible para todos los grupos, incorporando, cuando sea necesario, la traducción de contenidos a idiomas tradicionales o indígenas, como tikuna, murui, kichwa, entre otros.

kiwa CQR COMPAÑÍA ISO 9001:2015 CERTIFICADA # 2023009250

3. INFORME FINAL

En el Anexo Digital 2 se presenta el informe final, el cual incluye un resumen ejecutivo en español e inglés (21 páginas), en el que se compila la información generada durante la consultoría. Este documento integra la revisión de información secundaria, los encuentros de trabajo con los usuarios y la construcción de un prototipo de registro de información socioambiental y pesquera para la Zona de Integración Fronteriza entre Colombia y Perú (Figura 26).

El contenido del informe final está orientado al cumplimiento de los siguientes objetivos específicos:

✓ Fortalecer el conocimiento y la planificación mediante el mapeo socioeconómico y ecológico de ecosistemas acuáticos vulnerables, a partir de información secundaria.

✓ Documentar la pesca artesanal en la zona fronteriza Colombia–Perú, en los sistemas de los ríos Putumayo y Amazonas.

✓ Establecer lineamientos de buenas prácticas ambientales y sociales para la conservación de la biodiversidad acuática en las zonas de estudio.

✓ Implementar un sistema de monitoreo comunitario en seis (6) puntos representativos, incorporando al menos cinco (5) indicadores socioeconómicos y cinco (5) ambientales.

✓ Promover el diálogo interinstitucional para la armonización de normas y estrategias de gestión de los recursos pesqueros.



Figura 24. Diagrama descriptivo del contenido del informe final del proyecto.Fuente: Bonilla (2026)

4. NOTA DE PRENSA SOBRE EL ESTABLECIMIENTO DE ACUERDOS LOCALES DE BUENAS PRÁCTICAS

Avances en el monitoreo participativo de ecosistemas acuáticos y recursos hidrobiológicos: investigadores comunican cambios en los ríos Putumayo y Amazonas

Bogotá, 20 de abril de 2026. Investigadores del Instituto SINCHI presentaron ante autoridades ambientales y pesqueras de Colombia y Perú el contexto regional y los avances hacia el establecimiento de un sistema participativo de monitoreo. Este sistema busca fortalecer la generación de información sobre los ecosistemas acuáticos, promover buenas prácticas ambientales y pesqueras, y mejorar la comprensión de las dinámicas de uso de la biodiversidad acuática. Asimismo, pretende contribuir a la gestión sostenible de recursos hidrobiológicos de alto interés socioeconómico, como los peces, fundamentales para la seguridad alimentaria de las comunidades amazónicas y la economía regional.



Figura 25. Diversidad de peces comercializados en las plazas de mercado de la Amazonia colombiana. Fuente: Botero (2025)

De acuerdo con datos científicos recientes, Colombia registra 1.716 especies de peces de agua dulce (DoNascimiento et al., 2023). De esta riqueza biológica, 887 especies habitan en aguas que drenan hacia el gran río Amazonas (Bogotá-Gregory et al., 2022). En estos sistemas fluviales, la pesca constituye una actividad esencial para las comunidades ribereñas (Agudelo et al., 2006, 2011; Bonilla-Castillo et al., 2018) (Figura 21).

En el marco de la presente iniciativa, el Instituto SINCHI ha registrado al menos 92 morfoespecies destinadas al consumo local en sectores de los ríos Putumayo y Amazonas, las cuales forman parte de la dieta y de las prácticas productivas tradicionales del territorio. A esta diversidad se suma el comercio de peces ornamentales, con 246 especies registradas, entre las que destaca la arawana

plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*), una de las más emblemáticas de las cuencas del Putumayo y el Amazonas, con alta demanda en el mercado internacional (Pava-Escobar et al., 2022) (Figura 22).



Figura 26. Imagen de la arawana plateada (*O. bicirrhosum*) de la cuenca del río Putumayo. Fuente: Botero (2025)

"Este espacio de trabajo es posible gracias al Programa de Acciones Estratégicas para Garantizar la Gestión Integrada y Sostenible de los Recursos Hídricos Transfronterizos de la Cuenca del río Amazonas, considerando la variabilidad y el cambio climático. El programa es financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF), cuenta con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) como agencia implementadora y con la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA) como agencia ejecutora. En Colombia, el Ministerio de Ambiente actúa como punto focal. Este apoyo ha permitido al Instituto SINCHI avanzar en la implementación de esta iniciativa en diversas localidades de las cuencas de los ríos Putumayo y Amazonas, contribuyendo al fortalecimiento de la gestión ambiental de estos importantes ecosistemas", señaló César Augusto Bonilla, investigador del Instituto SINCHI y coordinador de la sede de Puerto Asís.

Comprender los cambios en los ecosistemas y en la pesca amazónica

Dentro de las dinámicas de uso del recurso pesquero, las especies migratorias representan uno de los grupos más relevantes tanto desde el punto de vista ecológico como económico. La mayoría de los peces migratorios amazónicos cumple funciones ecológicas clave, ya sea como depredadores, ingenieros ecosistémicos o dispersores de semillas; por ello, la disminución de sus poblaciones puede generar efectos en cascada con implicaciones para la estabilidad del ecosistema y los servicios que este provee.



Figura 27. Comunidades ribereñas realizando labores de pesca en el canal principal del río Putumayo, enfocadas en la captura de especies migratorias como el dorado (*B. rousseauxii*). Fuente: Botero (2025)

Especies como el dorado (*Brachyplatystoma rousseauxii*), por ejemplo, realizan desplazamientos de miles de kilómetros a lo largo de los ríos amazónicos para completar su ciclo de vida, conectando distintos ecosistemas fluviales de la cuenca.

De este modo, la conservación de los peces migratorios amazónicos requiere un conjunto articulado de esfuerzos en investigación, gestión y conservación. Esto implica resaltar la importancia de mantener la integridad de los ecosistemas acuáticos y su conectividad a escala de cuenca, como condición fundamental para la preservación de los servicios que estos proveen. Asimismo, demanda la participación coordinada de distintos sectores del Estado, las comunidades locales y la cooperación transfronteriza (Duponchelle et al., 2021).

Edwin Agudelo Córdoba, investigador del Instituto SINCHI y coordinador de la sede en San José del Guaviare, explicó que “fortalecer y ampliar el monitoreo participativo permite integrar la información científica con el conocimiento de las comunidades locales, que interactúan cotidianamente con el medio natural, los ríos y los recursos acuáticos que utilizan. Este enfoque resulta clave para registrar cambios en el capital natural, promover el diálogo entre actores y favorecer la coordinación de acciones conjuntas, además de contribuir a una mayor comprensión de las dinámicas de uso de los peces amazónicos”, señaló Agudelo.

En este sentido, la generación de información sobre la pesca amazónica no solo permite dimensionar la extraordinaria biodiversidad de los ríos de la región, sino también orientar acciones que promuevan el uso responsable de los recursos y la conservación de los ecosistemas acuáticos que sostienen la vida en la Amazonia. Explora los detalles de la información: www.sinchi.org.co

REFERENCIAS

Agudelo E, Ajiaco-Martínez RE, Álvarez LE, Barreto CG, Borda CA, Bustamante CC, et al. Protocolo de captura de información pesquera, biológica y socio-económica en Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - Dirección de Pesca y Acuicultura - Subgerencia de Pesca y Acuicultura INCODER - Conservación Internacional; 2011.

Aguirre C. MiPez: cuando los pescadores se convierten en guardinaes de los ríos. 2025.
Altamar J, Zúñiga H. Cuantificación de unidades económicas de pesca y caracterización de artes y embarcaciones de pesca artesanales en Colombia. Aut Nac Acuic y Pesca. 2015:62.

AUNAP. Guía visual de los principales peces ornamentales continentales de Colombia. 2016.
Congreso de Colombia. Estatuto general de Pesca. Ley 13 de 1990. Bogotá D.C.: 1990.

Corpoamazonia. Resolución para discusión pública "Por medio de la cual se aprueba el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Loretoyacu (Código 4801-06), ubicada en la jurisdicción de la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazo. Leticia: 2023.

CORPOAMAZONIA. Plan de ordenación y manejo de la microcuenca de la quebrada Yahuarcaca. Leticia: Corporación para el desarrollo sostenible del sur de la Amazonia; 2006.
Defeo O. Enfoque ecosistémico pesquero: Conceptos fundamentales y su aplicación en pesquerías de pequeña escala de América Latina. Roma. Italia: FAO Documento Técnico de Pesca y Acuicultura No. 592; 2015.

FAO. Código de conducta para la pesca responsable. Roma, Italia: Organización de las nacionaes unidas para la agricultura y la alimentación; 1995.

IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCILLERIA. Resumen ejecutivo Tercera Comunicación Nacional De Colombia a La Convención Marco De Las Naciones Unidas Sobre Cambio Climático (CMNUCC). Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. Bogota D.C: 2017.

Mojica JI, Usma Oviedo JS, León Álvarez R, Lasso C. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia (2012). Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Hum- boldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, WWF Co-lombia y Universidad de Manizales; 2012.

WCS. Registro de observaciones de peces en la Amazonía. 2026.

ANEXOS

Anexo 1. Ficha técnica de los indicadores socioeconómicos y eco ambientales

Anexo 2. Informe final según especificaciones.

kiwa CQR COMPAÑÍA ISO 9001:2015 CERTIFICADA # 2023009250

HOJAS METODOLÓGICA DE LOS INDICADORES DE MONITOREO SOCIOECONÓMICOS Y ECOAMBIENTAL

Indicadores Socioeconómica

FICHA TÉCNICA INDICADOR

Nombre del Indicador	**Captura de peces comerciales por debajo de las talla reglamentarias**
Objetivo del indicador	Informar el estado de las capturas de las especies reglamentadas y su porción (%) de cumplimiento frente a la ley colombiana.
Alcance	Indica la proporción de peces que están siendo capturados con fines comerciales y que presentan longitudes inferiores al Tamaño Mínimo de Captura reglamentado por la legislación pesquera colombiana. Este indicador cuantifica el riesgo generado por la pesca para permitir la permanente renovación de un determinado recurso pesquero.
Definición y marco conceptual del indicador	Dentro del proceso de explotación de un recurso pesquero, primero son capturados los peces de mayor tamaño de una determinada especie y en la medida que la pesca se intensifica, disminuye la frecuencia de individuos mayores e inicia la aparición de peces menores. La pesca de los peces de menor tamaño debe ser permisible hasta el punto que no afecte la renovación del recurso y los rendimientos pesqueros a largo plazo. Bajo este supuesto, son reglamentadas las Tallas Mínimas de Captura (TMC), dándole la oportunidad a los peces de crecer hasta un tamaño tal, que además de permitir su reproducción, contribuyan sustancialmente con la biomasa o captura total.
Equipo utilizado para su medición	Ictiómetro
Variables a recolectar	Incluye nombre científico y común de la especie, longitud estándar (cm), nombre del colector, fecha, sitio y aparejo de pesca usado.
Unidad de medida	Porcentaje (%)
Periodicidad en la producción de los datos	Está sujeto al diseño de muestreo aplicado, el cual puede ser mensual, semestral o anual.
Frecuencia de registro de los datos	Datos diarios, mínimo 3 días por semana.
Origen de los datos	Registros tomados por monitores, pescadores o equipo técnico en las zonas de pesca, plazas de mercado o centros de acopio de pescado.

Accesibilidad a los datos	Completa
Restricciones en el uso de los datos (limitaciones del indicador)	Para el cálculo del indicador se integra toda la información disponible de tallas, sin diferenciar el tipo de arte de pesca con el que fue capturado el espécimen. En consecuencia, se podría generalizar el efecto negativo de todos los aparejos pesqueros sobre la población, aun cuando existen artes de pesca que no generan dicho impacto. Por ello, se recomienda tener precaución al proponer medidas de manejo derivadas de la evaluación de este indicador.
Formato de los datos	Base de datos en físico y digitales

Método de estimación

Para calcular el indicador se usa la siguiente ecuación:

$$CDT_R = (ICDT_R/TIC) *100$$

Donde CDT_R corresponde al porcentaje de capturas por debajo de las tallas reglamentarias. $ICDT_R$: Número de individuos capturados por debajo de las Tallas Mínimas de Captura Reglamentadas (TMC_R) por la AUNAP y TIC: Total de individuos capturados.

Las Tallas Mínimas de Captura (TMC_R) reglamentadas por la legislación colombiana para cada una de las principales especies comercializadas en la región amazónica, fueron definidas a partir de tallas estimativas de las Medias de Madurez Sexual (TMM) de trabajos realizados en las cuencas del Caquetá y Orinoco. En el siguiente cuadro se presenta la TMC_R para las diez especies más comercializadas en la Amazonia colombiana:

Nombre común	Nombre científico	TMC_R (cm)
Amarillo o chontaduro	*Zungaro zungaro*	80
Baboso	*Brachyplatystoma platynemum*	70
Barbiplancho	*Pinirrampus pinirrampu*	40
Camiseto	*Brachyplatystoma juruense*	50
Dorado	*Brachyplatystoma flavicans*	85
Lechero	*Brachyplatystoma filamentosum*	100
Pirabutón o manitoa	*Brachyplatystoma vaillantii*	40
Pintadillo rayado	*Pseudoplatystoma punctifer*	80
Simí	*Callophysus macropterus*	32
Pintadillo tigre	*Pseudoplatystoma tigrinum*	80

Como en términos biológicos la TMC_R representa el TMM de una especie, esta medida se estima a partir del punto de inflexión de las frecuencias acumuladas de las longitudes de los individuos sexualmente maduros. Este TMM o L_{50}, serían entonces la longitud promedio en la cual 50% de los individuos de una población están aptos para la reproducción, siendo así considerados como individuos adultos.

De esta forma, al definir el porcentaje de capturas por debajo de las tallas reglamentarias (CDT_R), se obtiene un indicativo de la proporción de peces que no lograron reproducirse por lo menos una vez en su vida, antes de que fueran capturados por la pesca comercial. Impidiendo así, que esos peces hubiesen aportado al medio, la reposición suficiente que cubra las muertes ocurridas por causas naturales, más las causadas por la pesca.
El porcentaje de capturas por debajo de la TMC R se cuantifica de la siguiente forma:

Color	Porcentaje (%)	Categoría
	< 25	Bajo
	25 – 50	Medio
	50 – 75	Alto
	75 – 100	Muy Alto

FICHA TÉCNICA INDICADOR

Nombre del Indicador	**Precios de los productos pesqueros comercializados**
Objetivo del indicador	Monetizar el costo por unidad de kilogramo de los productos pesqueros comercializados en los mercados locales.
Alcance:	El conocimiento de los precios de venta de los recursos pesqueros tiene un alcance multidimensional, desde la economía local hasta la sostenibilidad ambiental.
Definición y marco conceptual del indicador:	El precio de venta de productos pesqueros se refiere a los valores establecidos en el mercado para los peces capturados hacia los consumidores. Para los pescadores, la capacidad de identificar prácticas comerciales abusivas por parte de los intermediarios, quienes compran sus productos a precios bajos y luego los revenden con grandes márgenes de ganancia, es fundamental. Así mismo, este indicador, les permite planificar su actividad económica, calcular costos y ganancias, y así garantizar la rentabilidad de su trabajo. Además, es importante para las políticas públicas, ya que permite identificar áreas donde se requieren subsidios y apoyo al sector pesquero. Las especies con precios elevados son especialmente vulnerables a la pesca ilegal, lo que hace aún más relevante el monitoreo de los precios en el mercado.
Equipo utilizado para su medición	Formato físico y digital para el registro de precios ($)
Variables a recolectar	Incluye nombre científico y nombre común del pez, precio del kilogramo (kg), nombre del colector, fecha y sitio de comercialización.

Unidad de medida	El indicador se mide en unidades monetarias pesos colombianos ($), nuevos soles(Sol) y reales (R$). Precio moneda local/kg
Periodicidad en la producción de los datos	El diseño de muestreo será acordado con los monitores y pescadores que puede ser semanal o mensual.
Frecuencia de registro de los datos	Está sujeto al diseño de muestreo aplicado, el cual puede ser semanal o mensual.
Origen de los datos	Datos tomados por pescadores o monitores en plazas de mercado, puntos de venta, centros de acopio o bodegas.
Accesibilidad a los datos	Datos agregados públicos y datos detallados pueden requerir autorización.
Restricciones en el uso de los datos (Limitaciones del indicador)	Aunque el indicador de precio es útil para entender la dinámica del mercado, su efectividad puede verse afectada por varios factores. Para el caso de la amazonía, los recursos pesqueros generalmente no se comercializan a nivel de especies, salvo en algunas excepciones como el dorado (*B. rousseauxii*), pintadillo (*Pseudoplatystoma sp*), pirarucú (*A. gigas*) o bocachico (*P. nigricans*). El resto de los productos pesqueros se agrupan en una categoría común. Además, el precio del pescado puede variar considerablemente a lo largo del año debido a factores como la abundancia de peces en ciertas épocas, las prohibiciones de pesca impuestas por grupos armados y la procedencia de los recursos.
Formato de los datos	Base de datos en físico (formatos) y digitales

Método de cálculo

El indicador se calcula a partir de precios recolectados periódicamente en puntos de comercialización (por ejemplo, COP/kg). Se define un valor representativo por periodo (promedio o mediano) para cada especie. La variación porcentual (%) se estima comparando el precio del periodo actual con el anterior mediante la fórmula:

$$\text{Variación (\%)} = ((\text{Precio}_t - \text{Precio}_{t-1}) / \text{Precio}_{t-1}) \times 100.$$

Donde

Precio_t: corresponde al precio promedio del producto pesquero en el periodo actual que se está evaluando (por ejemplo, mes en curso).

Precio_{t-1}: precio promedio del mismo producto en el periodo inmediatamente anterior.

Ambos deben calcularse bajo las mismas condiciones (misma especie, unidad y tipo de producto) para que la comparación sea válida.

Mes	Promedio de precio_kg	Variación vs mes anterior	Indicador
may-25	$ 17.333		
jun-25	$ 20.000	↑ $ 2.667	Subió
jul-25	$ 15.486	↓ $ 4.514	Bajó
ago-25	$ 16.183	↑ $ 698	Subio

FICHA TÉCNICA INDICADOR

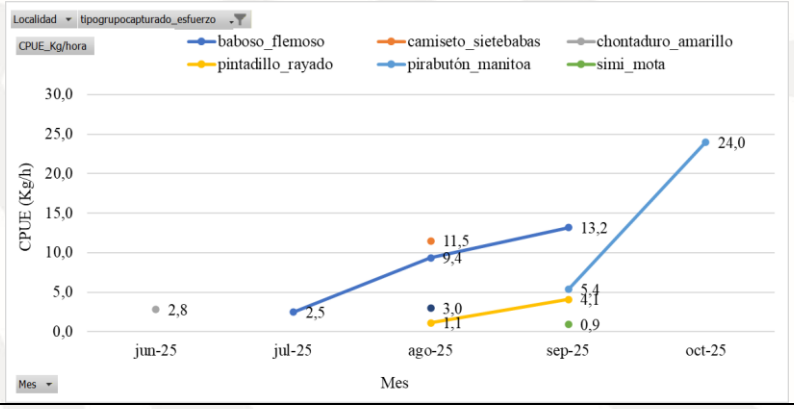
Nombre del Indicador	**Captura por Unidad de esfuerzo (CPUE) o abundancia relativa**
Objetivo del indicador	Estima un índice de abundancia relativa y una medida de productividad o rendimiento de una actividad pesquera, en relación con el esfuerzo que se emplea para obtener la captura.
Alcance	Información de la captura por unidad de esfuerzo pesquero registrada en ambientes acuáticos. Señalado en unidades de kg por faena, arte de pesca o tiempo de pesca.
Definición y marco conceptual del indicador	Se trata de un índice de abundancia relativa de un recurso que es aprovechado por pesca sobre un área geográfica específica, mediante un arte de pesca con ciertas características. Representa la biomasa del recurso en peso capturado por especie o multiespecífico en función del esfuerzo invertido en la extracción. Es exclusivo a un aparejo que cuenta con un poder de pesca propio. CPUE es un índice de abundancia relativo y del nivel de explotación del recurso. Este indicador permite comprender la abundancia de un recurso específico, al igual que del rendimiento alcanzado por unidad de esfuerzo invertido para su captura. Se asume que CPUE es directamente proporcional a la biomasa del stock en su ambiente natural. Si es calculado por área y/o especie, indicará los sitios más productivos para alguna especie. Si es calculado por arte, indicará cual es la eficiencia del aparejo frente a otros. Si es estimado periódicamente podrá indicar cuáles meses son más productivos. También puede ser usado como información de base para determinar el número de unidades de pesca o nivel de esfuerzo que se espera opere.
Equipo utilizado para su medición	Formatos de registros, balanza, GPS (opcional) y reloj.
Variables a recolectar	Incluye la configuración del arte de pesca que se está monitoreando, tiempo de trabajo del aparejo en horas, número de pescadores que participan, composición de las capturas por especie, número, biomasa, fecha y lugar de pesca.
Unidad de medida	Biomasa de captura o número de individuos por unidad de esfuerzo (expresados en kg/horas; kg/aparejo, etc)
Periodicidad en la producción de los datos	El diseño de muestreo será acordado con los monitores y pescadores que puede ser mensual.

Frecuencia de registro de los datos	El registro se realiza por evento de pesca (faena), de manera diaria o según la actividad pesquera.
Origen de los datos	Registros directos tomados en campo o puertos de desembarque.
Accesibilidad a los datos	Los datos pueden ser de acceso público en forma agregada. El acceso a datos detallados puede estar restringido y sujeto a autorización institucional.
Restricciones en el uso de los datos (limitaciones del indicador)	La calidad del indicador está estrechamente dependiente del diseño de muestreo aplicado, de la colaboración del pescador, la distribución espacial del recurso, del entrenamiento del monitor en registrar la información correctamente, del poder de captura del aparejo de pesca (configuración técnica de los artes de pesca y embarcaciones). Como suele suceder en la cuenca Amazónica, los recursos pesqueros son explotados con diferentes artes de pesca quienes cuentan con mucha variabilidad de poder de captura que lo hace más complejo su análisis.
Formato de los datos	Base de datos en físico (formatos) y digitales.
Método de estimación	

La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{CPUE} = \frac{Captura\ total\ (kg\ o\ número\ de\ individuos)}{Esfuerzo\ de\ pesca\ (horas\ de\ pesca, número\ de\ redes, número\ de\ embarcaciones,\ \ otros.}$$

Donde:
Captura total: Cantidad total de peces o recursos capturados (kg) durante un periodo de tiempo específico por especie.
Esfuerzo de pesca: Unidades que representan la cantidad de trabajo o recursos dedicados a la actividad pesquera, como las horas de pesca, el número de embarcaciones, el número de redes o número de anzuelos.



FICHA TÉCNICA INDICADOR

Nombre del Indicador	**Consumo "*Per Cápita*" de pescado**

Objetivo del indicador	Determinar la cantidad de proteína de pescado que es consumida por una persona en unidad de tiempo (mes) y especie.
Alcance	Informar la especie y cantidad de producto pesquero que es ingerido por las personas en un periodo determinado con el propósito de reconocer la importancia del pescado en la dieta.
Definición y marco conceptual del indicador	El término consumo "*per cápita"* es un indicador estadístico que corresponde a la cantidad promedio de un recurso disponible para consumo humano por persona en un área geográfica y un período específico (generalmente día, mes o año). Se expresa en kilogramos por persona al año (kg/persona/año). Estimar el consumo *per cápita* de un recurso, como el pescado, es una herramienta importante en diversos campos, desde la gestión del recurso hasta la salud pública y la economía. Calcular este indicador, permite conocer si la población tiene acceso a este recurso de manera temporal y espacial. Identifica los cambios en hábitos alimenticios sobre las especies consumidas y permite tasar el costo ($) del servicio de aprovisionamiento que representa los peces en los núcleos familiares.
Equipo utilizado para su medición	Balanza o gramera digital y catálogo taxonómico de peces.
Variables a recolectar	Incluye cantidad de proteína de pescado consumo por persona (gr), especie consumida, edad de la persona que consume el producto, fecha y lugar de registro.
Unidad de medida	Unidad de ingesta en kg/persona/año o gr/persona/mes
Periodicidad en la producción de los datos	El diseño de muestreo será acordado con los monitores y pescadores que puede ser mensual o semestral.
Frecuencia de registro de los datos	Puede ser diaria, mínimo tres veces a la semana en las comidas donde se hace la preparación con pescado.
Origen de los datos	Registros tomados por las personas que preparan los alimentos en el hogar.

Accesibilidad a los datos	Los datos pueden ser de acceso público en forma agregada. El acceso a datos detallados puede estar restringido y sujeto a autorización institucional.
Restricciones en el uso de los datos (Limitaciones del indicador)	El indicador de consumo "*per cápita*" de pescado presenta varias limitaciones que pueden distorsionar su interpretación, por ejemplo: hábitos culturales de consumo (puede haber comunidades que no consuma peces de cuero, se ignora la forma como se consume el pescado (seco, salpreso o fresco), situaciones estacionales (épocas de veda, prohibiciones de la pesca por grupo armados, derrame de hidrocarburos en cuerpos de aguas entre otros).
Formato de los datos	Base de datos en físico (formatos) y digitales

Método de cálculo

El indicador se calcula a partir del consumo mensual de pescado registrado por especie y el número de personas evaluadas, estandarizando previamente las cantidades a gramos.

Fórmulas:

Consumo "*per cápit*a" mensual por especie (i):

$$Consumo_i = C_i / N$$

Consumo total "*per cápita*" mensual:

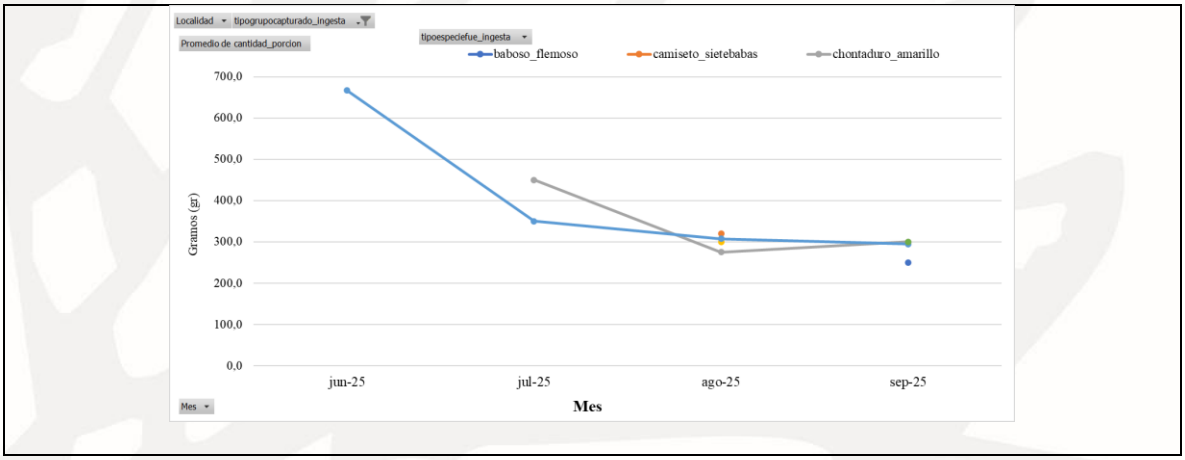
$$Consumo\ total = \Sigma C_i / N$$

Donde:

C_i: consumo mensual de la especie *i* (kg)

N: número de personas

ΣC_i: suma del consumo de todas las especies



FICHA TÉCNICA INDICADOR

Nombre del Indicador	**Composición de las capturas**
Objetivo del indicador	Determinar la proporción relativa de las especies o grupos de especies en las capturas pesqueras, con el fin de analizar la estructura de la pesquería y detectar cambios en la disponibilidad y uso de los recursos.
Alcance	Este indicador es aplicable a todo tipo pesquería, y permite su análisis a diferentes escalas espaciales y temporales, desde el nivel local, hasta niveles regionales o de cuenca. Su alcance incluye la evaluación de la estructura de las capturas por especie, la identificación de cambios en la diversidad y dominancia de especies, y el seguimiento de la presión sobre determinados recursos pesqueros. Asimismo, es útil para apoyar la gestión pesquera, permitiendo detectar sustitución de especies, sobreexplotación de recursos específicos o cambios en la disponibilidad asociados a factores ambientales o antrópicos. Sin embargo, su aplicabilidad depende de la calidad, representatividad y continuidad de los datos de captura recolectados.
Definición y marco conceptual del indicador	La composición de capturas corresponde a la distribución porcentual (%) de las especies dentro de la captura total en un periodo determinado. Este indicador permite evaluar la diversidad de especies explotadas y cambios en la estructura de la comunidad íctica en función del lugar y aparejo de pesca.
Variables a recolectar	Incluye la configuración del arte de pesca que se está monitoreando, especie, número, biomasa, fecha y lugar de pesca.
Unidad de medida	Porcentaje (%) por especie.
Periodicidad en la producción de los datos	El diseño de muestreo será acordado con los monitores y pescadores que puede ser mensual, semestral o anual.

Frecuencia de registro de los datos	El registro se realiza por evento de pesca (faena) o desembarque.
Origen de los datos	Registros directos tomados en campo durante la faena de pesca o puertos de desembarque.
Accesibilidad a los datos	Los datos pueden ser de acceso público en forma agregada. El acceso a datos detallados puede estar restringido y sujeto a autorización institucional.
Restricciones en el uso de los datos (limitaciones del indicador)	El indicador de composición de capturas presenta algunas limitaciones que se deben considerar. En primer lugar, la identificación incorrecta de especies puede generar sesgos en la estimación de las proporciones, especialmente en contextos donde existen especies morfológicamente similares o falta de capacitación en identificación taxonómica. Asimismo, el subregistro de capturas puede conducir a una representación incompleta de la pesquería. Adicionalmente, la influencia del arte de pesca puede sesgar la composición observada, dado que diferentes artes presentan selectividades distintas y, por tanto, capturan diferentes especies o tallas. Estos factores deben ser considerados para una adecuada interpretación de los resultados.
Formato de los datos	Base de datos en físico (formatos) y digitales

Método de estimación

Para estimar la composición de capturas por especie, se calcula la proporción que representa cada especie respecto al total de la captura en un periodo determinado (mes), utilizando la siguiente expresión:

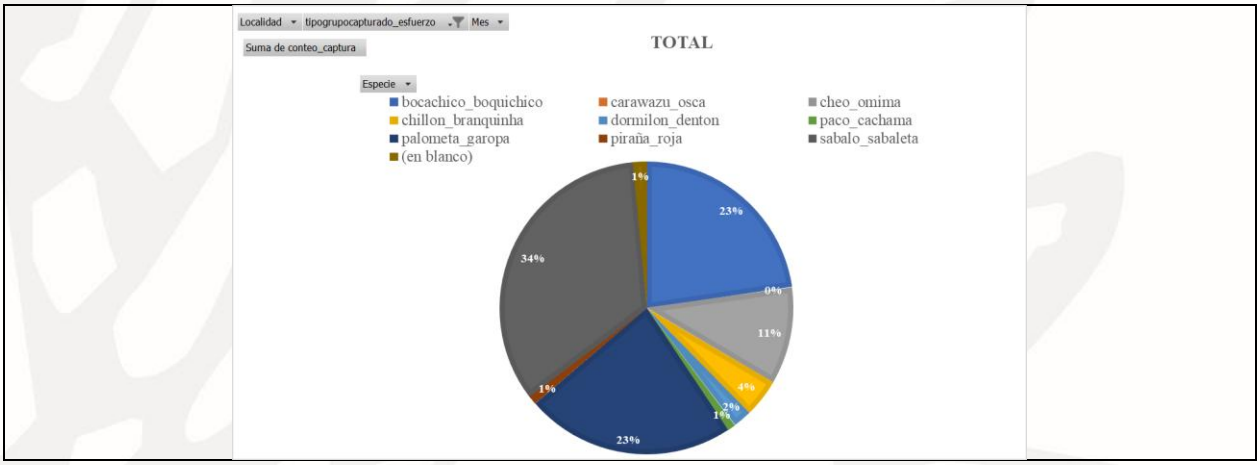
$$\text{Composición}_i\ (\%) = (C_i / C_t) \times 100$$

Donde:

C_i: captura de la especie *i* (kg)

C_t: captura total de todas las especies (kg)

El resultado expresa el porcentaje de participación de cada especie dentro de la captura total, permitiendo comparar su importancia relativa en la pesquería.



Indicadores Eco-ambientales

FICHA TÉCNICA INDICADOR

Nombre del Indicador	**Temperatura del agua superficial**
Objetivo del indicador	Medir la temperatura del agua superficial en ambientes acuáticos amazónicos.
Alcance	Información sobre los rangos de temperatura del agua superficial registrados en los sitios de monitoreo, expresados en grados Celsius (°C). Monitorear la temperatura del agua superficial es fundamental para comprender cómo los efectos climáticos alteran los patrones naturales de los ecosistemas acuáticos, detectar cambios en el comportamiento de los peces y evaluar los efectos asociados a otros parámetros fisicoquímicos del agua, como el pH, conductividad, entre otros.
Definición y marco conceptual del indicador	La temperatura es una medida de la energía térmica contenida en un cuerpo de agua, que determina su capacidad de transferir calor. Se registra habitualmente en grados Celsius (°C) o Fahrenheit (°F). La temperatura del agua es una variable física clave que regula procesos biológicos, químicos y ecológicos en los sistemas acuáticos. Influye en la solubilidad del oxígeno, el metabolismo de los organismos, la distribución de especies y la dinámica de los nutrientes.
Equipo utilizado para su medición	Termómetro digital de bolsillo
Variables a recolectar	Incluye el valor de la temperatura, además del nombre del colector, el sitio, fecha y hora que se tomó el dato.
Unidad de medida	Unidad de temperatura en grados Celsius (°C)
Periodicidad en la producción de los datos	Está determinado por el diseño de muestreo aplicado, puede ser semanal o mensual.

Frecuencia de registro de los datos	Datos diarios, mínimo tres veces al día, preferiblemente a las 8 AM, 12 AM y 6 PM.
Origen de los datos	Puede ser por medición directa en campo, estaciones de monitoreo o sensores automáticos.
Accesibilidad a los datos	Los datos pueden ser de acceso público en forma agregada. El acceso a datos detallados puede estar restringido y sujeto a autorización institucional.
Restricciones en el uso de los datos (limitaciones del indicador)	El uso de la temperatura como indicador ambiental asociado a la pesca presenta varias limitaciones. Algunas de las limitaciones son: no refleja toda la complejidad del ambiente acuático, la temperatura es solo uno de los factores que afectan la salud y el comportamiento de los peces, los ecosistemas acuáticos amazónicos tienen gran variabilidad, no es un indicador directo de disponibilidad de peces.
Formato de los datos	Base de datos en físico (formatos) y digitales
Método de estimación	

Para el análisis de la temperatura del agua superficial, los datos registrados en campo se procesan mediante estadísticos descriptivos. La temperatura media se calcula como:

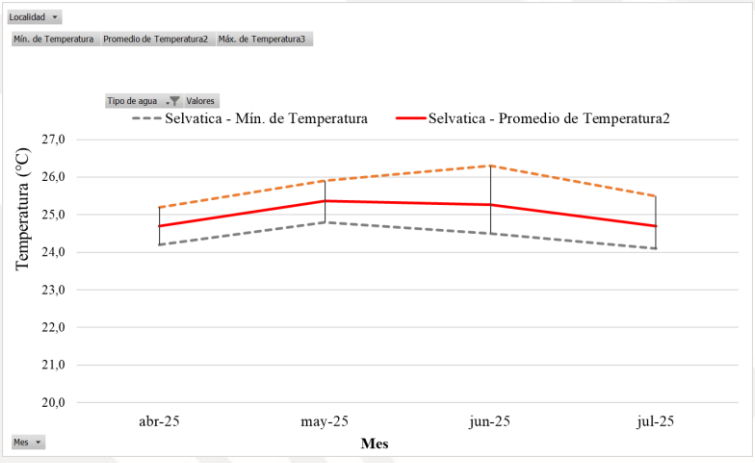
Temperatura media = $\Sigma T / n$

Donde

T: valores de temperatura registrados (°C)

n: número de mediciones

El cálculo y la interpretación deben considerar el tipo de agua (por ejemplo, aguas blancas, negras o de origen selvático), dado que presentan comportamientos térmicos diferenciados. Complementariamente, se estiman valores máximos, mínimos y la variación temporal, lo que permite caracterizar la dinámica térmica del sistema en el tiempo.



FICHA TÉCNICA INDICADOR

Nombre del Indicador	**Potencial de hidrógeno (pH) del agua superficial**
Objetivo del indicador	Estimar el nivel de acidez o alcalinidad del agua en ambientes acuáticos amazónicos.
Alcance	Medir el parámetro de pH en los ambientes acuáticos donde se desarrolla la pesca para conocer las condiciones que se encuentra este hábitat y su posible efecto con los peces y la actividad de la pesca.
Definición y marco conceptual del indicador	El potencial de hidrógeno (pH) es una medida que indica acidez o alcalinidad de una solución. El pH es medido con una escala numérica que va desde 0 hasta 14, donde pH<7 es agua ácida, pH=7 es neutra y pH>7 es alcalina. Numerosos organismos acuáticos, como plantas, macroinvertebrados y peces, dependen de un rango específico de pH para su supervivencia y desarrollo. El objetivo de medir este parámetro, es determinar el valor de pH en cada uno de los sitios de monitoreo y evaluar si los valores registrados se encuentran dentro de los niveles normales o si, por el contrario, presentan alteraciones que puedan afectar la salud del ecosistema.
Equipo utilizado para su medición	pHmetro de bolsillo, multiparámetro o GPS (opcional).
Variables a recolectar	Incluye el valor de pH, además del nombre del colector, el sitio, tipo de cuerpo de agua, fecha y la hora que se tomó el dato.
Unidad de medida	Escala de pH desde 0 hasta 14.
Periodicidad en la producción de los datos	Está determinado por el diseño de muestreo aplicado, puede ser semanal o mensual.
Frecuencia de registro de los datos	Datos diarios, mínimo dos veces al día. Preferiblemente a la 8 AM y 6 PM:
Origen de los datos	Puede ser por medición directa en campo, estaciones de monitoreo o sensores automáticos.
Accesibilidad a los datos	Los datos pueden ser de acceso público en forma agregada. El acceso a datos detallados puede estar restringido y sujeto a autorización institucional.
Restricciones en el uso de los datos (limitaciones del indicador)	El pH es un indicador importante de la calidad del agua y de las condiciones ambientales en un ecosistema acuático, pero tiene varias limitaciones cuando se utiliza de forma exclusiva para evaluar la pesca y los ecosistemas acuáticos. Algunas de las principales limitaciones: a) Los peces tienen rangos de tolerancia, se desconoce los valores específicos a nivel de especie y b) El pH puede influir en la disolución de contaminantes o compuestos tóxicos, como metales pesados

	o amoniaco, pero no puede proporcionar información directa sobre la presencia de estos contaminantes.
Formato de los datos	Base de datos en físico (formatos) y digitales
Método de estimación	

Para el análisis del pH superficial, los datos registrados en campo se procesan mediante estadísticos descriptivos.

El pH medio se calcula como:

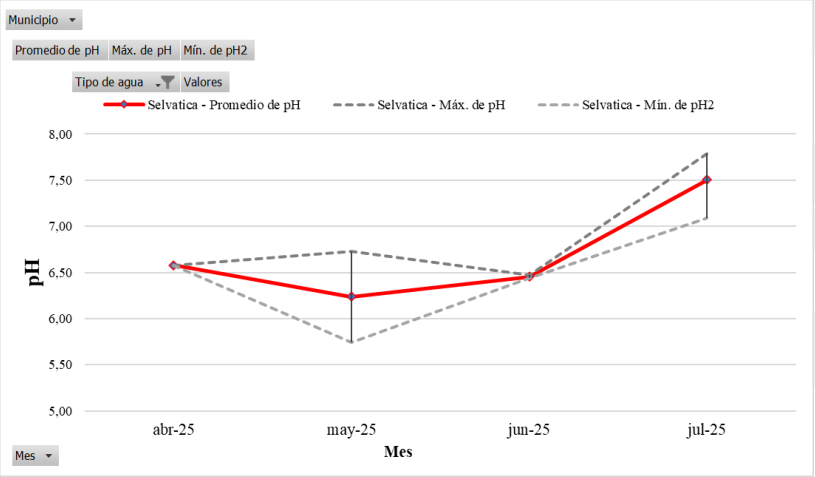
pH medio = ΣpH / n

Donde:

pH: valores registrados

n: número de mediciones

El cálculo y la interpretación deben considerar el tipo de agua (por ejemplo, aguas blancas, negras o de origen selvático), ya que presentan comportamientos de pH diferenciados. De manera complementaria, se estiman valores máximos, mínimos y la variación temporal, lo que permite caracterizar la dinámica de acidez o alcalinidad del sistema a lo largo del tiempo.



FICHA TÉCNICA INDICADOR

Nombre del Indicador	**Conductividad eléctrica del agua**
Objetivo del indicador	Monitorear la concentración de iones disueltos, con el fin de conocer las condiciones del agua en función del tipo de ambiente acuático que presenta.
Alcance	Información de conductividad del agua registrada en los sitios de monitoreo (aguas blancas y negras) durante diferentes épocas del

	agua. Indicado en µS/cm permite evaluar sus concentraciones. Monitorear la conductividad permite gestionar mejor los ecosistemas acuáticos, detectar posibles contaminaciones y proteger las especies acuáticas que dependen de condiciones específicas para su supervivencia. Se busca conocer el efecto de esta variable con los peces y la actividad de la pesca.
Definición y marco conceptual del indicador	La conductividad mide la capacidad del agua en conducir la electricidad. Esta propiedad depende de la concentración de iones disueltos. Se mide en microsiemens por centímetro (µS/cm) o milisiemens por centímetro (mS/cm). La conductividad es un indicador indirecto de la calidad del agua. Los valores de conductividad pueden ser un indicio de la presencia de contaminantes como metales pesados, productos químicos o fertilizantes que pueden afectar la salud de los peces. Los peces de agua dulce tienen mecanismos de osmorregulación adaptados para mantener el equilibrio entre el agua y los iones dentro de sus cuerpos. Cambios bruscos en la conductividad puede afectar directamente este proceso e incluso alterar procesos biológicos como la reproducción o ecológicos como cambios en su distribución. La conductividad del agua es un parámetro crucial para entender la salud y el bienestar de los peces de agua dulce.
Equipo utilizado para su medición	Conductímetro de bolsillo, multiparámetro o GPS (opcional).
Variables a recolectar	Incluye el valor de conductividad, temperatura del agua (preferiblemente), además del nombre del colector, el sitio, fecha y la hora que se tomó el dato.
Unidad de medida	Unidad de conductividad (µS/cm)
Periodicidad en la producción de los datos	Está determinado por el diseño de muestreo aplicado, puede ser semanal o mensual.
Frecuencia de registro de los datos	Datos diarios, mínimo dos veces al día, preferiblemente a las 8 AM y 6 PM.
Origen de los datos	Puede ser por medición directa en campo, estaciones de monitoreo o sensores automáticos.
Accesibilidad a los datos	Generalmente de acceso público en forma agregada; los datos desagregados pueden requerir autorización institucional.
Restricciones en el uso de los datos (limitaciones del indicador)	El uso de la conductividad como indicador de la calidad de agua tiene varias limitaciones como: no identifica contaminantes específicos, es un parámetro que puede variar de acuerdo a la temperatura, necesidad de calibración frecuente del equipo y factores ambientales y antrópicas pueden alterar sus valores.
Formato de los datos	Base de datos en físico (formatos) y digitales
Método de estimación	
Para el análisis de la conductividad eléctrica, los datos registrados en campo se procesan mediante estadísticos descriptivos.	

La conductividad media se calcula como:

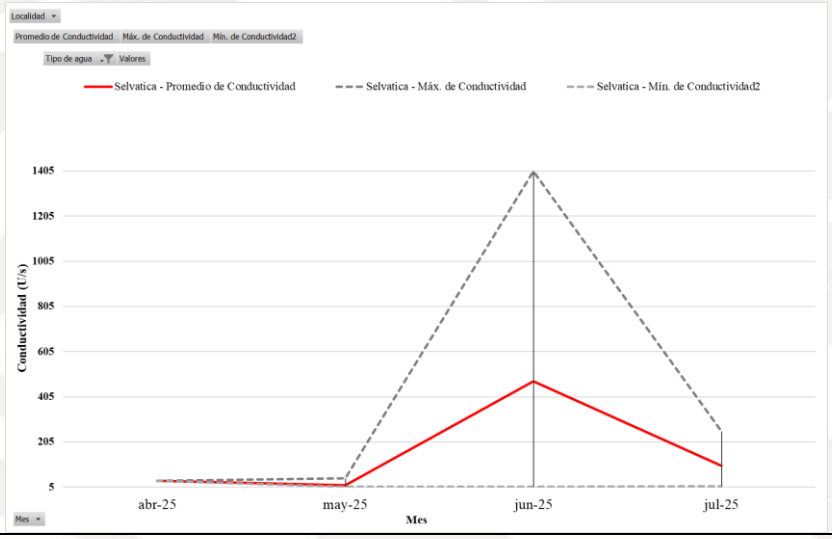
CE media = ΣCE / n

Donde:

CE: valores de conductividad registrados (µS/cm)

n: número de mediciones

El cálculo y la interpretación deben considerar el tipo de agua (por ejemplo, aguas blancas, negras o de origen selvático), dado que presentan rangos y comportamientos de conductividad diferenciados. De manera complementaria, se estiman valores máximos, mínimos y la variación temporal, lo que permite caracterizar la dinámica iónica del sistema a lo largo del tiempo.



FICHA TÉCNICA INDICADOR

Nombre del Indicador	**Concentración de oxígeno disuelto**
Objetivo del indicador	Monitorear la concentración de oxígeno disuelto en el agua para evaluar la calidad del hábitat acuático y las condiciones para la vida de organismos acuáticos.
Alcance	El indicador de oxígeno disuelto (OD) tiene un alcance relevante en el contexto pesquero, ya que permite evaluar la calidad del hábitat acuático y las condiciones ambientales que influyen directamente en la supervivencia, distribución y productividad de los recursos pesqueros. Niveles adecuados de OD favorecen el desarrollo y reproducción de las especies, mientras que concentraciones bajas pueden generar estrés, migración o incluso mortalidad. Asimismo, este indicador contribuye a explicar variaciones en las capturas y a identificar posibles impactos ambientales, como contaminación orgánica

	o procesos de eutrofización. Sin embargo, su interpretación debe complementarse con otros factores ambientales y pesqueros para una comprensión integral de la dinámica de las poblaciones.
Definición y marco conceptual del indicador	El oxígeno disuelto (OD) es la cantidad de oxígeno gaseoso presente en el agua y disponible para los organismos acuáticos. Está influenciado por la temperatura, la turbulencia, la fotosíntesis, la respiración y la descomposición de materia orgánica. Valores bajos de OD pueden indicar condiciones de estrés o contaminación orgánica, mientras que valores adecuados sostienen comunidades acuáticas saludables.
Equipo utilizado para su medición	Oxímetro portatil, multiparametro o test kit y GPS (opcional).
Variables a recolectar	Incluye el valor de oxígeno disuelto, temperatura del agua (preferiblemente), además del nombre del colector, el sitio, tipo de agua, fecha y la hora que se tomó el dato.
Unidad de medida	Miligramos por litro (mg/L)
Periodicidad en la producción de los datos	Está determinado por el diseño de muestreo aplicado, puede ser semanal o mensual.
Frecuencia de registro de los datos	Datos diarios, mínimo dos veces al día. Preferiblemente a la 8 AM y 6 PM.
Origen de los datos	Puede ser por medición directa en campo, estaciones de monitoreo o sensores automáticos.
Accesibilidad a los datos	Generalmente de acceso público en forma agregada; los datos desagregados pueden requerir autorización institucional.
Restricciones en el uso de los datos (limitaciones del indicador)	El indicador de oxígeno disuelto presenta varias limitaciones que deben considerarse en su interpretación. En primer lugar, está sujeto a variaciones dieles (día/noche), asociadas a los ciclos de fotosíntesis y respiración, lo que puede generar diferencias significativas entre mediciones realizadas en distintos momentos del día. Asimismo, el oxígeno disuelto depende de factores físicos como la temperatura y la presión atmosférica, que influyen directamente en su solubilidad en el agua. Adicionalmente, la precisión de los datos está condicionada por la adecuada calibración del equipo, por lo que errores en este proceso pueden afectar la confiabilidad de las mediciones. Finalmente, la influencia de procesos biológicos, como la fotosíntesis (que incrementa el oxígeno) y la respiración (que lo consume), puede generar variaciones locales que no

	necesariamente reflejan cambios estructurales en la calidad del agua, sino dinámicas naturales del ecosistema.
Formato de los datos	Base de datos en físico (formatos) y digitales
Método de estimación	

Para el análisis del oxígeno disuelto, los datos registrados en campo se procesan mediante estadísticos descriptivos, previa verificación de su consistencia y condiciones de medición.

El oxígeno disuelto medio se calcula como:

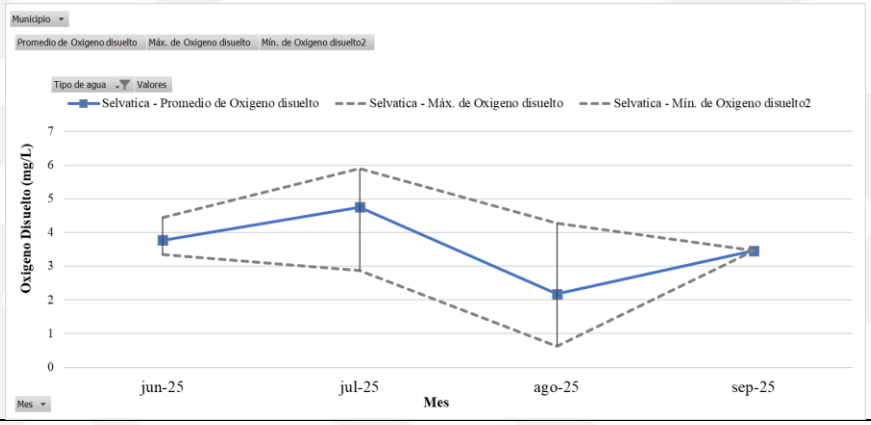
OD medio = ΣOD / n

Donde:

OD: valores de oxígeno disuelto registrados (mg/L)

n: número de mediciones

El cálculo y la interpretación deben considerar el tipo de agua (por ejemplo, aguas blancas, negras o de origen selvático), ya que presentan rangos y comportamientos diferenciados. Asimismo, es importante tener en cuenta factores como la hora de muestreo (variación diel) y la temperatura. De manera complementaria, se estiman valores máximos, mínimos y la variación temporal, lo que permite caracterizar la dinámica del oxígeno disuelto en el sistema.



FICHA TÉCNICA INDICADOR

Nombre del Indicador	**Presencia de contaminantes en ambientes acuáticos**
Objetivo del indicador	Detectar la presencia y concentración de contaminantes en cuerpos de agua para determinar su calidad y los posibles riesgos para la biota acuática y la salud humana.
Alcance	Este indicador es aplicable a ecosistemas acuáticos en contextos rurales y urbanos, a escala local (sitios de pesca, comunidades, puntos de monitoreo) y regional (cuencas o subcuencas). Desde

	la perspectiva ambiental, permite identificar la presencia de fuentes de contaminación, evaluar el estado del ecosistema y detectar procesos de degradación. Desde la perspectiva social, facilita la participación comunitaria en el monitoreo, fortalece la gobernanza local del recurso hídrico y contribuye a la toma de decisiones relacionadas con la salud pública, el uso del agua y la sostenibilidad de la pesca.
Definición y marco conceptual del indicador	Este indicador evalúa la presencia de elementos contaminantes en ecosistemas acuáticos, tanto rurales como urbanos, tales como hidrocarburos, materiales de construcción, plásticos, peces muertos y residuos de la actividad pesquera. Su análisis permite identificar fuentes de contaminación, procesos de degradación ambiental y posibles riesgos ecológicos.
Equipo utilizado para su medición	No requiere equipos; de manera opcional, se puede utilizar una cámara fotográfica o un teléfono móvil con cámara y GPS para el registro.
Variables a recolectar	Se debe registrar el nombre del lugar o sitio, el nombre del monitor, la fecha, una fotografía (opcional) y el nivel de contaminación.
Unidad de medida	Nivel de concentración (clasificado en las categorías: muy baja, baja, moderada, alta y muy alta).
Periodicidad en la producción de los datos	Está determinado por el diseño de muestreo aplicado, puede ser semanal o mensual.
Frecuencia de registro de los datos	De acuerdo con las jornadas de pesca, salidas de campo o la ocurrencia de eventos fortuitos.
Origen de los datos	Registros generados por monitores, pescadores, instituciones y miembros de la comunidad.
Accesibilidad a los datos	Generalmente de acceso público en forma agregada; los datos desagregados pueden requerir autorización institucional.
Restricciones en el uso de los datos (limitaciones del indicador)	El indicador de presencia de contaminantes presenta diversas limitaciones que deben considerarse en su interpretación. En primer lugar, existe un grado de subjetividad en la clasificación del nivel de contaminación, ya que se basa en la apreciación visual del observador, lo que puede generar diferencias entre registros. Asimismo, este indicador no permite una cuantificación exacta de los contaminantes, dado que no mide concentraciones fisicoquímicas, sino únicamente su presencia aparente. Adicionalmente, está sujeto a variabilidad temporal, ya que los contaminantes pueden aparecer o desaparecer rápidamente según las condiciones del entorno. También depende de la experiencia del observador, lo que puede introducir sesgos en la evaluación. Finalmente, no permite identificar con precisión la fuente específica del contaminante, limitando su uso para establecer relaciones causales directas.

Formato de los datos	Base de datos en físico (formatos) y digitales
Método de estimación	

El indicador se estima mediante observación directa en campo, utilizando una escala cualitativa de clasificación del nivel de contaminación. En cada punto de monitoreo, el observador registra la presencia de contaminantes visibles (por ejemplo, plásticos, hidrocarburos, residuos sólidos, peces muertos), y asigna una categoría de acuerdo con la siguiente escala:

- Muy baja
- Baja
- Moderada
- Alta
- Muy alta

Cuando existen múltiples registros en un periodo o sitio, se puede estimar un valor representativo mediante:

Nivel promedio = Σ $Nivel_i$ / n

Donde:

$Nivel_i$: valor numérico asignado a cada categoría (por ejemplo: 1=Muy baja, 2=Baja, 3=Moderada, 4=Alta, 5=Muy alta)

n: número de registros

El resultado puede expresarse como un promedio o como la categoría predominante. Se recomienda complementar el registro con evidencia fotográfica y notas de campo para mejorar la trazabilidad y confiabilidad del dato.

Uso de escala visual para la clasificación del nivel de contaminación



FICHA TÉCNICA INDICADOR

Nombre del Indicador	**Presencia de especies de peces no nativas en ecosistemas acuáticos amazónicos**
Objetivo del indicador	Detectar y monitorear la presencia de especies de peces no nativas en ecosistemas acuáticos, con el fin de evaluar riesgos ecológicos, impactos sobre la biodiversidad y apoyar la gestión y control de especies introducidas.
Alcance	Aplica a ecosistemas acuáticos (ríos, lagos y humedales) y a actividades piscícolas, a escala local, de subcuenca y cuenca. Desde la perspectiva ambiental, permite identificar procesos de invasión biológica y sus posibles impactos sobre las especies nativas. Desde la perspectiva social, contribuye a la adopción de medidas de manejo y a la toma de decisiones a nivel comunitario e institucional. Las especies priorizadas son *Orechromis spp* (tilapia roja), *Cyprinus carpio* (carpa), *Oncorhynchus mykiss* (trucha y *Pagasianodon hypophthalmus* (basa).
Definición y marco conceptual del indicador	Una especie exótica o invasora es aquella especie que no es nativa de un determinado ecosistema o región, pero que ha sido introducida en ese lugar, ya sea de manera

	intencional o accidental. Estas especies pueden adaptarse y proliferar en el nuevo ambiente, a menudo con consecuencias negativas para los ecosistemas locales y las especies nativas. Este es un indicador de presencia o ausencia de especies exóticas como el pez basa que puede provenir de la pesca en los ríos Putumayo y Amazonas. Es independiente de las artes de pesca y los ecosistemas acuáticos.
Equipo utilizado para su detección	No requiere equipos; de manera opcional, se puede utilizar una cámara fotográfica o un teléfono móvil con cámara y GPS para el registro.
Variables a recolectar	Incluye el registro fotográfico del individuo (preferiblemente), así como el nombre del colector, la fecha, el sitio del reporte, el arte de pesca utilizado y la procedencia de la especie (medio natural o piscicultura).
Unidad de medida	Abundancia estimada (clasificado en las categorías: rara, ocasional, común y abundante).
Periodicidad en la producción de los datos	Está determinado por el diseño de muestreo aplicado, puede ser semanal o mensual.
Frecuencia de registro de los datos	De acuerdo con las jornadas de pesca, salidas de campo o la ocurrencia de eventos fortuitos.
Origen de los datos	Registros recopilados por monitores, pescadores, ciudadanos e instituciones en ambientes acuáticos, zonas de pesca, plazas de mercado, centros de acopio de pescado o estanques piscícolas.
Accesibilidad a los datos	Generalmente de acceso público en forma agregada; los datos desagregados pueden requerir autorización institucional.
Restricciones en el uso de los datos (limitaciones del indicador)	El indicador de presencia de especies de peces no nativas presenta varias limitaciones que deben considerarse en su interpretación. Existe la posibilidad de identificación incorrecta de especies, especialmente en etapas juveniles o en especies morfológicamente similares. Además, tiene un carácter cualitativo, ya que la información de presencia/ausencia no refleja la abundancia ni la magnitud del impacto sobre el ecosistema. Asimismo, presenta una limitada capacidad para inferir impactos ecológicos, al no considerar las interacciones con especies nativas ni cambios en la estructura de las comunidades. También existe dificultad para determinar el origen exacto de la introducción, particularmente en zonas con actividad piscícola o liberaciones accidentales. Por último, la variabilidad hidrológica de los ríos amazónicos puede influir en la detección de las especies, afectando la consistencia de los registros en el tiempo y el espacio.
Formato de los datos	Base de datos en físico (formatos) y digitales

Método de estimación
El indicador se estima a partir de registros en puntos georreferenciados, como sitios de pesca, desembarques, mercados, cuerpos de agua o sistemas piscícolas. En cada punto, las especies no nativas se clasifican según su frecuencia de ocurrencia en categorías ordinales: rara, ocasional, común y abundante. Posteriormente, la información se integra en un Sistema de Información Geográfica (SIG), donde se asigna un valor a cada punto de muestreo de acuerdo con la categoría registrada. Con base en estos valores, se genera un mapa de calor (heatmap) que representa la intensidad espacial de la presencia o frecuencia de las especies no nativas en el territorio. La estimación espacial se expresa como: Intensidad = Σ Registros ponderados / área o número de puntos Donde los registros se ponderan de la siguiente manera: - Rara = 1 - Ocasional = 2 - Común = 3 - Abundante = 4 El mapa de calor permite identificar zonas con mayor concentración de especies no nativas, áreas potenciales de expansión o dispersión y puntos críticos asociados a actividades humanas, como la piscicultura o centros poblados.ador se estima a partir de la clasificación de cada especie no nativa en una categoría de frecuencia de ocurrencia: rara, ocasional, común o abundante, según su registro en los eventos de monitoreo.

PROYECTO:

Implementación del Programa de Acciones Estratégicas para Asegurar la Gestión Integrada y Sostenible de los Recursos Hídricos Transfronterizos de la Cuenca del Río Amazonas Considerando la Variabilidad Climática y el Cambio Climático



INFORME FINAL

Sistema de monitoreo de ecosistemas acuáticos en áreas vulnerables al cambio climático como contribución a la gestión de los recursos pesqueros de la zona de integración Fronteriza Colombia y Perú

INSTITUTO AMAZÓNICO DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS - SINCHI

ABRIL DE 2026

kiwa >CQR COMPAÑÍA ISO 9001:2015 CERTIFICADA # 2023009250

SISTEMA DE MONITOREO DE ECOSISTEMAS ACUÁTICOS EN ÁREAS VULNERABLES AL CAMBIO CLIMÁTICO COMO CONTRIBUCIÓN A LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS PESQUEROS DE LA ZONA DE INTEGRACIÓN FRONTERIZA COLOMBIA Y PERÚ

RESUMEN EJECUTIVO

INSTITUTO AMAZÓNICO DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS - SINCHI

CARTA DE ENTENDIMIENTO ENTRE ORGANIZACIÓN DEL TRATADO DE COOPERACION AMAZÓNICA (OTCA) E INSTITUTO AMAZÓNICO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS - SINCHI

ABRIL DE 2026

kiwa >CQR COMPAÑÍA ISO 9001:2015 CERTIFICADA # 2023009250

RESUMEN EJECUTIVO

El estudio "Implementación del Programa de Acciones Estratégicas para Asegurar la Gestión Integrada y Sostenible de los Recursos Hídricos Transfronterizos de la Cuenca del Río Amazonas Considerando la Variabilidad Climática y el Cambio Climático" es financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por su sigla), teniendo como agencia implementadora al Programa de la Nacionales Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y como agencia ejecutora a la SP/OTCA. El estudio cubrió la cuenca del río Putumayo y cuenca del río Amazonas en Colombia que hacen parte del área de integración fronteriza (ZIF) Colombia y Perú. La ZIF tiene un área de 266.657,3 km^2, de los cuales 109.329,51 km^2 y Perú 154.661,2 con km^2. Las localidades donde se implementó el sistema de monitoreo fue para sectores de río Putumayo (Caucayá y Leguízamo en Leguízamo; Playa Rica-Brisas del Hong Kong y Reserva Campesina "Perla Amazónica" en Puerto Asís) y drenaje sobre río Amazonas (Tarapoto en Puerto Nariño y comunidades del sistema lagunar de Yahuarcaca en Leticia). Estas localidades se encuentran en distintas etapas de gestión para el manejo y la conservación de sus recursos hidrobiológicos y pesqueros; por lo tanto, su evaluación y desarrollo durante la ejecución del estudio fueron diversos.

Las actividades de esta intervención buscaron establecer un sistema de monitoreo de ecosistemas acuáticos orientado a la sostenibilidad de los recursos pesqueros en cuencas fronterizas de la zona de integración fronteriza (ZIF) de Colombia y Perú, ríos Putumayo y Amazonas, fundamentado en información técnica científica, aspectos biológicos, ambientales, socioeconómico-pesquero para ello se tuvieron los siguientes objetivos específicos:

- ✓ Fortalecer el conocimiento y la planificación mediante el mapeo socioeconómico y ecológico de ecosistemas acuáticos vulnerables a partir de información secundaria.
- ✓ Documentar la pesca artesanal en la zona fronteriza Colombia–Perú en los sistemas Putumayo y Amazonas.
- ✓ Establecer lineamientos de buenas prácticas ambientales y sociales para conservar la biodiversidad acuática en las zonas de estudio.
- ✓ Implementar un sistema de monitoreo comunitario en los seis (6) puntos representativos, incorporando al menos (5) indicadores socioeconómicos y (5) ambientales.
- ✓ Promover el diálogo interinstitucional para armonizar normas y estrategias de gestión de los recursos pesqueros.

EXECUTIVE SUMMARY

The study "Implementation of the Strategic Action Program to Ensure the Integrated and Sustainable Management of Transboundary Water Resources in the Amazon River Basin Considering Climate Variability and Climate Change" is funded by the Global Environment Facility (GEF), with the United Nations Environment Programme (UNEP) as the implementing agency and the SP/OTCA as the executing agency. The study covered the Putumayo River Basin and the Amazon River Basin in Colombia, which are part of the Colombia-Peru Border Integration Zone (ZIF). The ZIF has an area of 266,657.3 km², of which 109,329.51 km² belong to Colombia and 154,661.2 km² to Peru. The monitoring system was implemented in areas along the Putumayo River (Caucayá and Leguízamo in Leguízamo; Playa Rica-Brisas del Hong Kong and the "Perla Amazónica" Peasant Reserve in Puerto Asís) and in the Amazon River drainage basin (Tarapoto in Puerto Nariño and communities within the Yahuarcaca lagoon system in Leticia). These areas are at different stages of management and conservation of their hydrobiological and fishery resources; therefore, their evaluation and development during the study were diverse.

The activities of this intervention sought to establish an aquatic ecosystem monitoring system focused on the sustainability of fisheries resources in border basins within the Border Integration Zone (ZIF) of Colombia and Peru, specifically the Putumayo and Amazon rivers. This system was based on scientific and technical information, as well as biological, environmental, and socioeconomic-fisheries aspects. To achieve this, the following specific objectives were established:

- ✓ To strengthen knowledge and planning through the socioeconomic and ecological mapping of vulnerable aquatic ecosystems using secondary data.
- ✓ To document artisanal fishing in the Colombia-Peru border zone of the Putumayo and Amazon river systems.
- ✓ To establish guidelines for good environmental and social practices to conserve aquatic biodiversity in the study areas.
- ✓ To implement a community monitoring system at six (6) representative points, incorporating at least five (5) socioeconomic and five (5) environmental indicators. ⎪ Promote inter-institutional dialogue to harmonize standards and strategies for the management of fishery resources.

PRINCIPALES HALLAZGOS

Conclusiones

- Los seis sitios seleccionados como representativos para la ZIFCP describen adecuadamente la diversidad de ambientes acuáticos identificados y reúnen a diversos actores sociales de la región, como campesinos, pescadores, mujeres monitoras, comunidades indígenas y colonos. Asimismo, incluyen distintas figuras y formas de ocupación del territorio, como reserva campesina, resguardos indígenas, veredas y un sitio Ramsar como Tarapoto.
- Las seis localidades que participaron en la iniciativa desconocían su rol, importancia e implicaciones como componentes del paisaje dentro de un sistema más complejo, como es una cuenca hidrográfica. Esta situación generó reflexiones sobre cómo sus acciones, tanto positivas como negativas, sobre los ecosistemas acuáticos tienen efectos más allá de los límites de sus territorios.
- Como resultado de los encuentros participativos para la identificación de indicadores, las comunidades coincidieron en señalar la presencia de contaminantes en los ecosistemas acuáticos, especialmente por plásticos e hidrocarburos, las variaciones en el nivel de los ríos y quebradas asociadas al cambio climático, la abundancia de los peces, los cambios en sus periodos reproductivos y la pérdida de las características naturales de los cuerpos agua fueron aspectos identificados de manera recurrente en la mayoría de los escenarios de encuentro.
- Se definió el seguimiento de peces “No nativos o exóticos” en la pesca y la acuicultura como un indicador de monitoreo ambiental.
- Para garantizar la continuidad y sostenibilidad de la iniciativa, es identificó que es necesario asignar recursos económicos, técnicos y operativos para fortalecer la recolección de información, el mantenimiento de equipos y elementos para campo, capacitación, el análisis de datos y la generación de espacios de evaluación de resultados, que permitan verificar el cumplimiento de los acuerdos y estrategias de conservación adoptados a nivel comunitario, como objetivo central del monitoreo.
- El registro de datos mediante formatos físicos como formularios en papel, fue el método más utilizado en los sistemas de monitoreo en Yahuarcaca, Tarapoto y Leguízamo.
- Se considera necesario mantener el registro físico de los datos mediante formatos en papel como soporte de validación, para su posterior carga en el sistema. Además, en algunas localidades como Puerto Asís, el registro digital de la información representó cierto nivel de riesgo debido a las dificultades de orden público.
- La ZIFCP presenta una deficiencia en la cobertura de internet superior al 70%, concentrada principalmente en las zonas ribereñas del río Putumayo entre el municipio de Puerto Leguízamo y el corregimiento de Tarapacá.
- Más del 80% de los peces de importancia para consumo, comercial y ornamentales en la ZIF no cuenta con información biológicas, ecología o poblacional.
- Al tratarse del primer sistema de monitoreo ecosistémico asociado a la pesca artesanal en la Amazonia colombiana, es fundamental articular acciones entre las autoridades ambientales, como Corpoamazonia, la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP) y las autoridades locales como secretarias de ambientes municipales o

kiwa CQR COMPAÑÍA ISO 9001:2015 CERTIFICADA # 2023009250

departamentales, entre otras, con el fin de interpretar de manera integral los resultados del monitoreo y definir medidas para su atención, así como reconocer los avances y resultados positivos derivados de las estrategias de manejo local.

- El prototipo del sistema de monitoreo se encuentra en una fase avanzado de desarrollo, por lo que está sujeto a mejoras técnicas y requiere al menos un año de recolección de información para obtener resultados significativos.

ESCALAMIENTO EN LA CUENCA AMAZONICA

Recomendaciones

- Se considera importante ampliar la escala de implementación del sistema de monitoreo en ecosistemas acuáticos de cuencas altas como páramos, piedemonte y llanura amazónica en los ocho países miembros de la OTCA, incorporando indicadores específicos para cada tipo de paisaje.
- Es necesario identificar ecosistemas acuáticos estratégicos y vulnerables en la cuenca amazónica, como puntos de referencia para analizar los cambios y variaciones a lo largo del tiempo asociados al cambio climático y a las actividades humanas.
- Para la definición de los sitios estratégicos, es importante que las áreas o zonas de monitoreo cuente con reconocimiento bajo alguna figura de conservación, como sitios Ramsar, reservas campesinas, zonas de protección, reservas comunales, entre otras.
- Próximas versiones del sistema de monitoreo deben estar traducidos a los idiomas español, ingles y portugués. Con el uso de las algunas palabras tradicionales en idioma indígena describiendo tipos de peces, artes de pesca entre otros.
- Los futuros indicadores reconocidos entre los países miembros de la OTCA deberán estar integrados a la plataforma Gestión Integral de recursos hídricos/ORA.

Como parte fundamental para alcanzar el objetivo de la iniciativa, se desarrollaron encuentros a nivel comunitario, institucional local y regional, con el propósito de socializar el alcance del proyecto y recopilar información para la definición de indicadores, así como para la identificación de lineamientos básicos para la gestión pesquera y ambiental. En total, se realizaron 33 encuentros, de los cuales el 63,6% correspondió a comunidades y usuarios, y el 36,4% a entidades e instituciones. Entre estos encuentros se resalta la integración regional de los seis (6) sitios priorizados del proyecto en la ciudad de Puerto Leguízamo (Figura 2A), así como la socialización de avances del sistema de monitoreo y encuentro técnico a nivel de autoridades pesqueras y científicos de Colombia y Perú en la ciudad de Bogotá D.C. (Figura 2B).



A. B.

Figura 1. A) Encuentro e intercambio de experiencias pesqueras entre pescadores de Colombia y Perú, como mecanismo para la identificación de acuerdos, lineamientos, procesos de monitoreo y buenas prácticas orientadas a la gestión pesquera, desarrollado en Leguízamo los días 14 y 15 de febrero de 2026 y B) Socialización y encuentro técnico interinstitucional de autoridades de pesca y científicos de Colombia y Perú entre los días 5 y 6 de marzo de 2026. Fuente: Sinchi (2026).

En el encuentro realizado en Leguízamo participaron representantes de las seis (6) comunidades de Playa Rica–Brisas del Hong Kong y de la Reserva Campesina “Perla Amazónica”, del municipio de Puerto Asís; de Caucayá y miembros de la Asociación de Pescadores Asodorado de Leguízamo; así como integrantes de la Asociación de Pescadores Artesanales de la TIKA de Yahuarcaca y del colectivo de mujeres pescadoras y tejedoras de conocimientos de la zona Ramsar Tarapoto.

Para la reunión técnica realizada en la ciudad de Bogotá se contó, por Colombia, con la participación de la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), la Cancillería de Colombia ante la OTCA, Corpoamazonia como autoridad ambiental y el Instituto SINCHI como entidad científica. Por la República del Perú participaron la Dirección Regional de la Producción de Loreto (DIREPRO), el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) y el Primer secretario de la Embajada del Perú en Colombia.

A continuación, se presenta los principales resultados obtenidos de los 5 objetivos específicos:

- ✓ **Fortalecer el conocimiento y la planificación mediante el mapeo socioeconómico y ecológico de ecosistemas acuáticos vulnerables a partir de información secundaria.**

Se realizó una revisión de la información secundaria disponible en diversas fuentes bibliográficas sobre los aspectos sociales, ambientales, económicos y normativos relacionados con las pesquerías en la zona de integración fronteriza entre Colombia y Perú. Como punto de partida, se hizo énfasis en el origen de la OTCA, desde su creación en 1978 hasta la actualidad. Asimismo, se incluye una descripción de la suscripción del Plan Colombo-Peruano para el Desarrollo Integral del río Putumayo (PPCP), así como de los planes asociados a este mecanismo de gestión fronteriza entre ambos países, establecido desde 1988. Para la contextualización de la zona de estudio, se realizó una descripción general que abarca desde la delimitación político-administrativa de la ZIF, con un área de 277.000 km² (Figura 3), hasta el análisis de aspectos demográficos en dos momentos: 2007 y una actualización con datos publicados por el INEI y el DANE al año 2018.

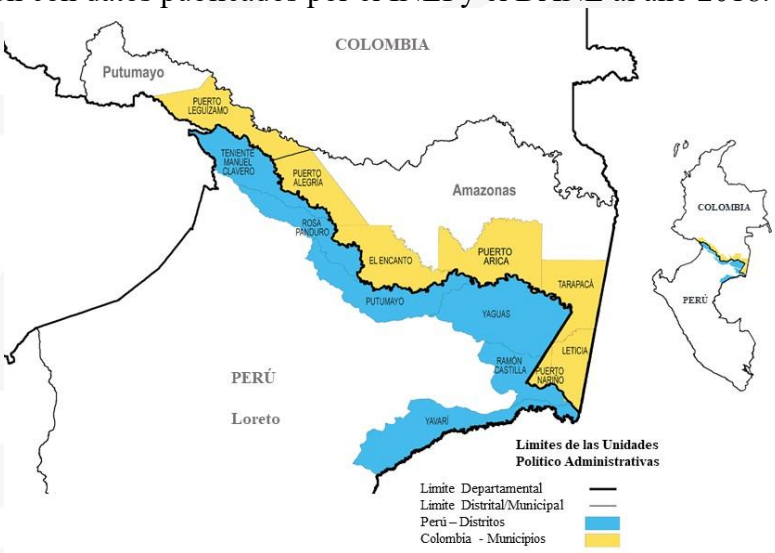


Figura 2. Límites de las unidades políticas administrativas de Colombia y Perú. Fuente: INEI & DANE (2019)

También se documentan aspectos hidrológicos generales de la zona de estudio, como la identificación de las subcuencas hidrográficas y sus características de longitud y área, así como variables fisicoquímicas de algunos cuerpos de agua presentes en la región, entre ellos los ríos Putumayo, Cara-Paraná, Güeppi, Yubineto y Algodón, entre otros. Con el apoyo del equipo profesional del proyecto, se realizó la zonificación cartográfica hidrográfica de la ZIF a nivel de subzona hidrográfica (Figura 4A). Asimismo, se elaboró la cobertura vegetal para el año 2024 a escala 1:1.000.000, desarrollada por el SIATAC mediante la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, evidenciando que aproximadamente el 95 % del territorio está cubierto por bosques en condiciones naturales (Figura 4B). Adicionalmente, se definieron los tipos de suelos, identificando unidades cartográficas como cuerpos de agua, altiplanicies, lomeríos y planicies aluviales, entre otras (Figura 4C). Como parte del cumplimiento de los objetivos del proyecto, también se realizó un análisis de vulnerabilidad al cambio climático, en el que se evaluaron la sensibilidad y la capacidad adaptativa en rangos que van de muy alta a muy baja (Figura 4D).

kiwa CQR COMPAÑÍA ISO 9001:2015 CERTIFICADA # 2023009250

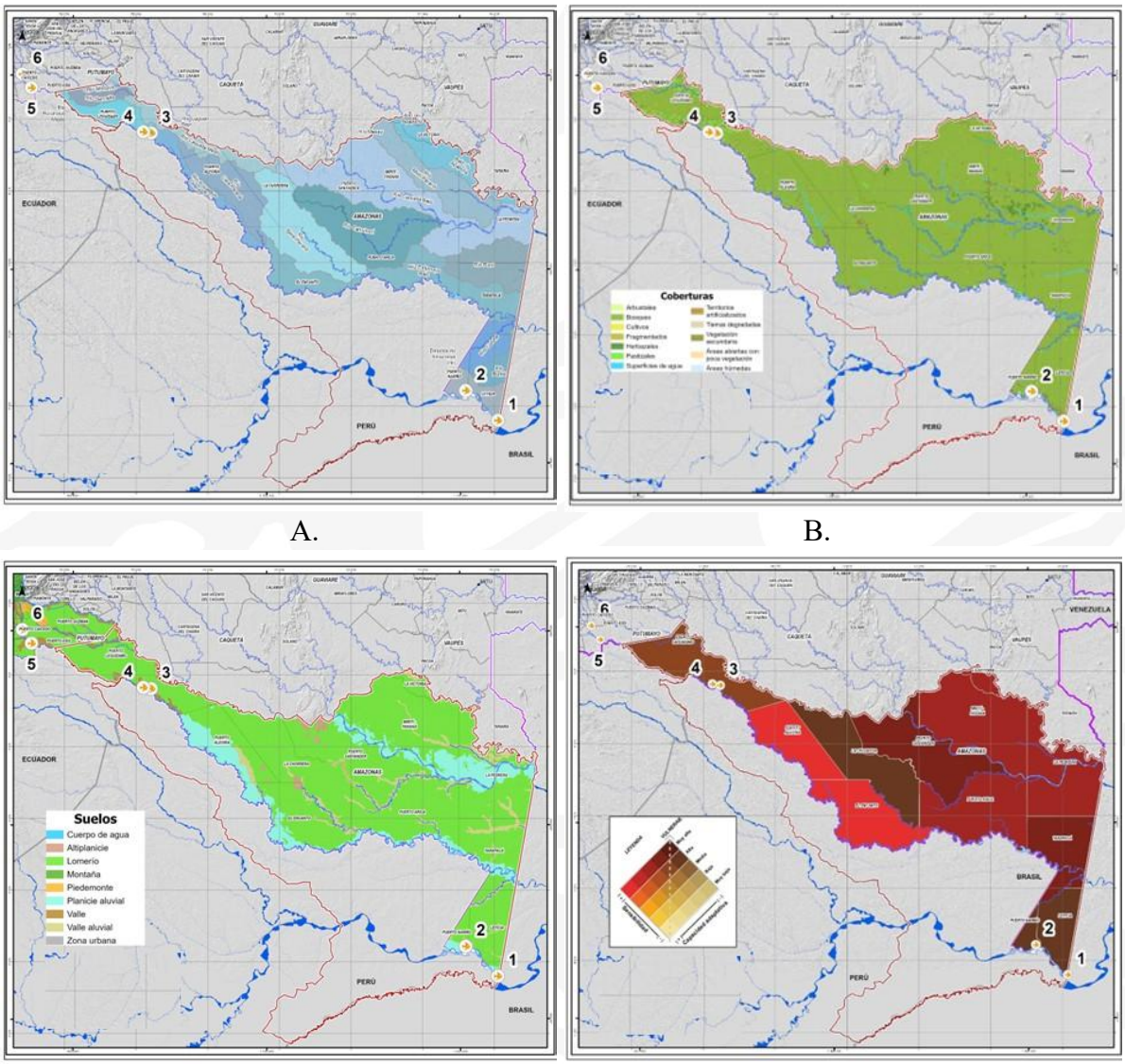


Figura 3. Mapas cartográficos del sector colombiano que muestran: A) la zonificación hidrográfica; B) las coberturas agrupadas; C) los tipos de suelos según el paisaje amazónico; y D) el índice de vulnerabilidad al cambio climático.

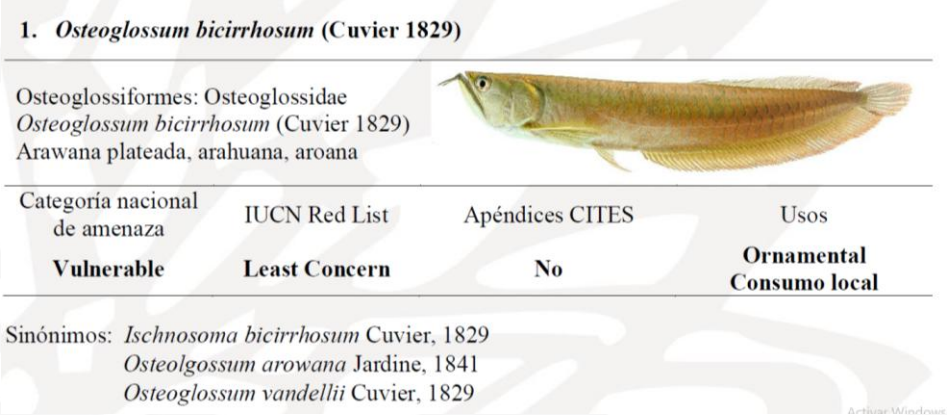
Se describe la zonificación propuesta por Murcia García (2006) y las tres unidades socioeconómicas identificadas por este investigador del Instituto SINCHI. En esta sección también se presenta el número de especies de peces registradas en la zona de estudio (472 para la cuenca del río Putumayo y 579 para el río Amazonas), de las cuales 92 son reconocidas tanto para el consumo local como para fines comerciales. Este tipo de caracterización se extiende a otros grupos, como mamíferos acuáticos y plantas.

.

- ✓ **Documentar la pesca artesanal en la zona fronteriza Colombia–Perú en los sistemas Putumayo y Amazonas.**

En este componente se realizó un compendio sobre las experiencias pesqueras reconocidas a nivel nacional con énfasis a las existentes en la zona de estudio tanto aquellas que son reconocidas por la autoridad de pesca las cuales esta ubicadas en las localidades de Leticia (Yahuarcaca) y Tarapoto en Puerto Nariño y aquellas que están en construcción como sucede en las localidades de Leguízamo o que definitivamente no tiene información línea de base tal como ocurre en el municipio de Puerto Asís.

En el diagnóstico se identificó que, en la zona de estudio, 246 especies de peces ornamentales tienen importancia en el mercado nacional e internacional (según la Resolución N.° 1924 del 3 de noviembre de 2015 de la AUNAP). Estas especies se comercializan desde localidades como Leticia, sobre el río Amazonas; Tarapacá; El Estrecho (Perú); y Puerto Leguízamo, sobre el río Putumayo. Entre ellas, la especie más representativa es la arawana (*Osteoglossum bicirrhosum*), de la cual se elaboró un compendio sobre su biología, ecología y aspectos poblacionales (Figura 4).



1. *Osteoglossum bicirrhosum* (Cuvier 1829)

Osteoglossiformes: Osteoglossidae
Osteoglossum bicirrhosum (Cuvier 1829)
Arawana plateada, arahuana, aroana

Categoría nacional de amenaza	IUCN Red List	Apéndices CITES	Usos
Vulnerable	**Least Concern**	**No**	**Ornamental Consumo local**

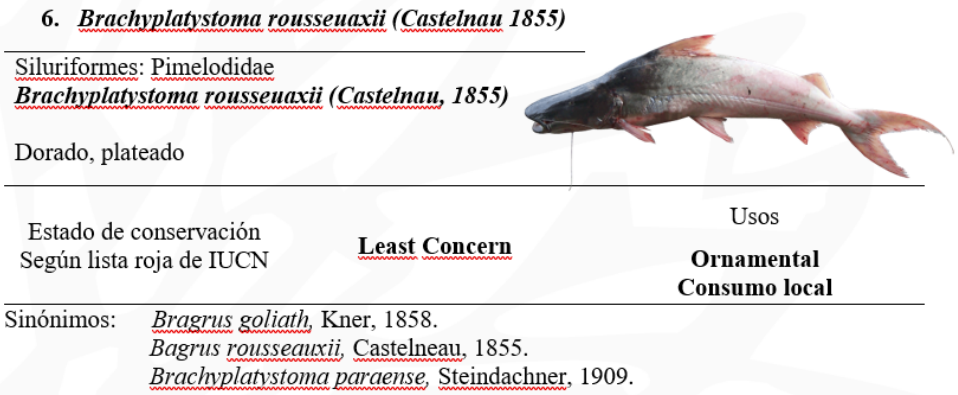
Sinónimos: *Ischnosoma bicirrhosum* Cuvier, 1829
Osteolgossum arowana Jardine, 1841
Osteoglossum vandellii Cuvier, 1829

Figura 4. Ficha descriptiva del pez arawana (*O. bicirhosum*) como pez ornamental y consumo en la ZIF Colombia con Perú. Fuente: Acosta (2025)

En cuanto a las especies de peces reconocidas tanto para el consumo local como comercial para el sector Colombia en la ZIF con Perú se identificó 92 especies a las cuales se definió su estado de amenaza según IUCN (2024) y la resolución N°0126 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia (SiB, 2024). En este estudio se elaboró un compendio de información biológica, ecológica, poblacional y pesquera de las 10 especies amenazadas según la UICN en la ZICP entre peces ornamentales como la arawana plateada (*O. bicirrhosum),* pirarucú o paiche *(A. gigas)*, lechero o pirahiba *(B. filamentosum)*, camiseto *(B. juruense)*, Baboso o flemoso *(B. platynemum)*, bagre plateado o dorado *(B. rousseauxii)*, pirabutón o manitoa *(B. vaillantii)*, pintadillo rayado *(P. punctifer)*, pintadillo tigre *(P. tigrinum)* y bagre amarillo o chontaduro (*Z. zungaro)*.

En la figura inferior se presenta un ejemplo de la ficha descriptiva del bagre dorado o plateado, uno de los peces migratorios más amenazados en toda la cuenca amazónica debido a la sobrepesca y la degradación de los ecosistemas acuáticos.

Entre los hallazgos más destacados para esta especie se encontró que, entre 2019 y 2024, los volúmenes de desembarco oscilaron entre 157 y 440 toneladas en las localidades de Leticia y Puerto Leguízamo, en el río Putumayo.



6. ***Brachyplatystoma rousseuaxii (Castelnau 1855)***

Siluriformes: Pimelodidae
Brachyplatystoma rousseuaxii (Castelnau, 1855)

Dorado, plateado

Estado de conservación Según lista roja de IUCN	**Least Concern**	Usos **Ornamental** **Consumo local**

Sinónimos: *Bragrus goliath*, Kner, 1858.
Bagrus rousseauxii, Castelneau, 1855.
Brachyplatystoma paraense, Steindachner, 1909.

Figura 5. Ficha descriptiva del bagres dorado o plateado (*B. rousseuaxii*) como pez comercial en la ZIF Colombia con Perú. Fuente: Acosta (2025)

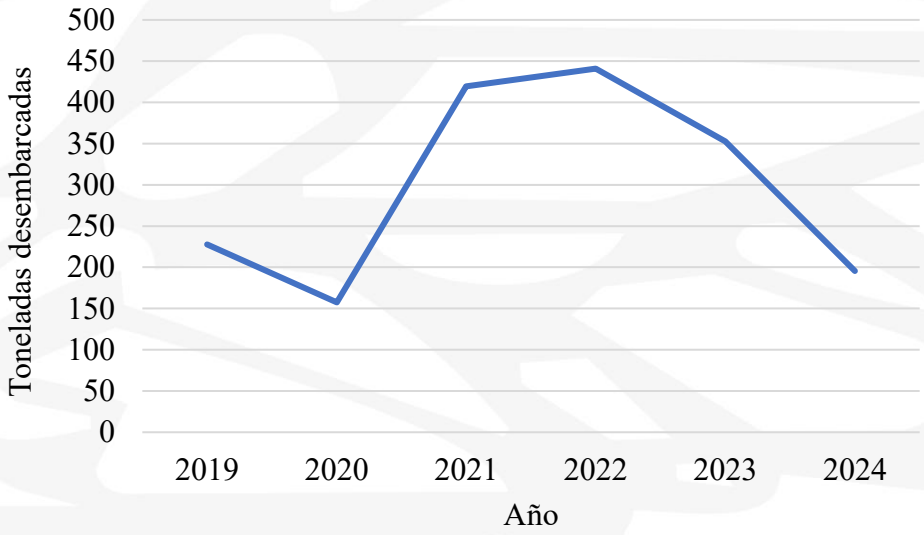


Figura 6. Figura 7. Cifras de movilización de Dorado (*B. rousseauxii*) para los municipios de Leticia y Puerto Leguízamo en Colombia, de acuerdo con las estadísticas reportadas por el SEPEC (2025).

- ✓ **Establecer lineamientos de buenas prácticas ambientales y sociales para conservar la biodiversidad acuática en las zonas de estudio.**

En el estudio se establece que la pesca en la Amazonia colombiana es más que una actividad económica: constituye un elemento central del modo de vida y la seguridad alimentaria en territorios como Puerto Asís, Puerto Leguízamo, Yahuarcaca y Tarapoto. Las Buenas Prácticas Pesqueras deben integrar aspectos ambientales, sociales, económicos e institucionales, promoviendo un equilibrio entre el uso sostenible de los recursos y la conservación de la biodiversidad, con énfasis en el respeto por los ecosistemas, los saberes tradicionales y la equidad social.

¿*Cuál es el objetivo de los lineamientos propuestos*? Los lineamientos buscan mitigar impactos en los ecosistemas fluviales y promover una relación armónica entre comunidades y ambiente, integrando orientaciones técnicas y saberes tradicionales para fortalecer una pesca sostenible y responsable en los ríos Putumayo y Amazonas.

Contar con conceptos y definiciones claras es fundamental para establecer lineamientos de buenas prácticas pesqueras, ya que facilita acuerdos, coherencia técnica y procesos de formación, especialmente en contextos como la Amazonia colombiana donde su comprensión es limitada. El documento define términos clave como recursos hidrobiológicos y pesqueros, buenas prácticas ambientales y sociales, desarrollo sostenible, impacto ambiental y tipos de residuos (orgánicos e inorgánicos de la pesca), destacando su importancia para promover una pesca responsable, sostenible y respetuosa con los ecosistemas y las comunidades.

Dinámica de la pesca. La pesca en las cuencas de los ríos Putumayo y Amazonas es una actividad clave para la economía regional, articulando una red de actores que incluye pescadores, comerciantes y proveedores. Además, los ecosistemas acuáticos son fundamentales para la subsistencia, el transporte y la vida cotidiana de diversas comunidades. La actividad pesquera se desarrolla en tres modalidades: a) recreativa, b) estacional (asociada a periodos de migración de peces) y c) comercial, esta última orientada a la captura de especies de alto valor para su venta en mercados locales y regionales. Tal como los grandes bagres (*Brachyplatystoma sp*), paco (*P. brachypomum*) entre otros, que son destinados a la venta en mercados locales o regionales.

En la figura inferior se describen, de manera ideal, los diferentes pasos para el desarrollo de una pesca responsable, considerando la participación de los distintos actores, independientemente del sitio en los ríos Putumayo y Amazonas.

El estudio aborda el proceso desde la negociación entre pescadores y acopiadores, incluyendo las consideraciones técnicas y normativas durante la actividad pesquera y el cuidado del medio ambiente; así como la adecuada manipulación y transporte del pescado desde los sitios de captura, su correcta entrega a los acopiadores, los métodos de conservación en los centros de acopio y, finalmente, su comercialización en el mercado local, garantizando precios justos e información clara sobre las especies comercializadas.



Figura 8. Proceso de la pesca comercia en la zona de integración fronteriza Colombia y Peru. Fuente: Bonilla (2025)

La pesca artesanal en Colombia está regulada por la AUNAP y requiere el cumplimiento de permisos y autorizaciones, no solo como requisito legal, sino como un mecanismo para formalizar el sector, acceder a mercados y fortalecer la gestión colectiva. Contar con documentación vigente garantiza el cumplimiento ambiental, evita sanciones y contribuye a la conservación de la biodiversidad, mientras que su ausencia genera riesgos económicos y ambientales. El documento presenta los permisos necesarios y recomendaciones para su adecuada gestión.



Figura 9. Permisos y autorizaciones para el desarrollo de la pesca artesanal. Fuente: AUNAP (2025)

- ✓ **Implementar un sistema de monitoreo comunitario en los seis (6) puntos representativos, incorporando al menos (5) indicadores socioeconómicos y (5) ambientales**.

De acuerdo con los ejercicios participativos realizados con los beneficiarios del proyecto en los seis (6) sitios representativos, se identificaron indicadores sociales, económicos y ecológicos, los cuales se presentan en la tabla inferior.

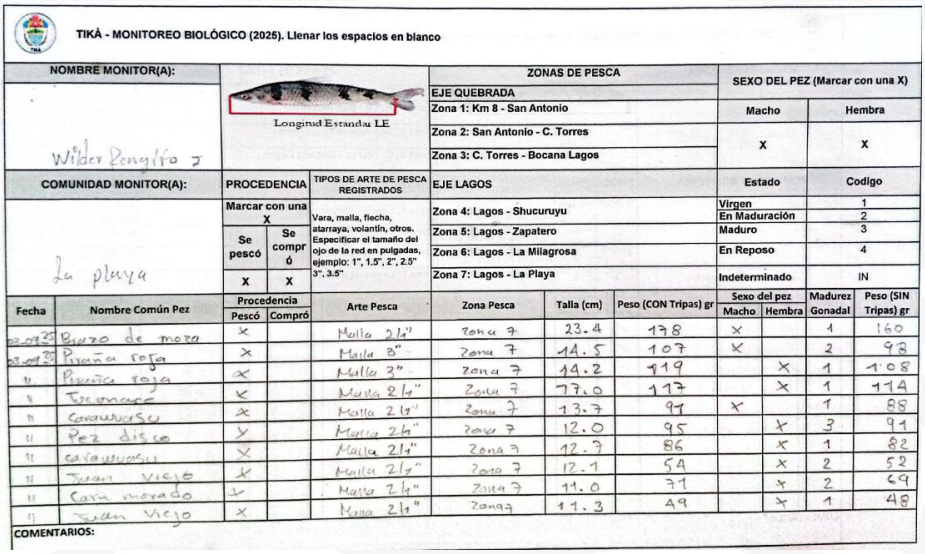
Tabla 1. Indicadores de monitoreo social, económico y ecológico ambientales definidos colectivamente para la ZIF. Fuente: Autores (2025).

Indicador	Variables	Descripción
Socioeconómica	Indicador de Captura de Peces Comerciales y de Consumo por Debajo de las Tallas Reglamentarias (CDT_R) (CUANTITATIVO)	Informar el estado de las capturas de las especies reglamentadas y su porción (%) de cumplimiento frente a la ley colombiana.
	Variación de precios ($) de pescado. (CUANTITATIVO)	Visualiza la variación de precio del pescado por especie y temporada.
	Abundancia Relativa o Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE). (CUANTITATIVO)	Estima la biomasa capturada según arte de pesca usado sobre unidad de tiempo.
	Consumo “Per Cápita “de pescado en núcleo familiar. (CUANTITATIVO)	Biomasa consumida por un miembro del hogar, según especie y temporada.
	Composición de las capturas. (CUANTITATIVO)	Estable las unidades y biomasa de las especies capturadas según arte de pesca y época.
Eco ambiental	Variación de la temperatura del agua superficial. (CUANTITATIVO)	Cambios en la temperara superficial del agua, según época y tipo de ambiente.
	Potencial de Hidrógeno (pH) en ecosistemas acuáticos. (CUANTITATIVO)	Variación del pH en agua superficial, según época y tipo de ambiente
	Conductividad eléctrica del agua. (CUANTITATIVO)	Registra los cambios en la conductividad del agua, según época y tipo de ambiente.
	Concentración de oxígeno disuelto (OD) en agua superficial. (CUANTITATIVO)	Registra los cambios en la concentración del oxígeno disuelto en agua superficial, según época y tipo de ambiente.
	Presencia de contaminantes en ambientes acuáticos (CUALITATIVO)	Registra la presencia y concentración relativa de contaminantes en ambientes acuáticos según época y tipo de ambiente.
	Presencia de Peces “No nativos o Exóticos” en ambientes acuáticos amazónicos. (CUALITATIVO)	Presencia y concentración relativa de especies peces no nativos, según época y tipo de ambiente.

Los indicadores están definidos en dos categorías: cuantitativos y cualitativos. Los indicadores cuantitativos describen el comportamiento del indicador mediante valores numéricos, por ejemplo, el rango de pH en un ambiente específico o la talla promedio de captura. Por su parte, los indicadores cualitativos clasifican el indicador en categorías descriptivas, tales como muy baja,

moderada o muy alta en el caso de contaminantes; o rara (<10 individuos), común (51–100 individuos) o abundante (>200 individuos) para el indicador de peces no nativos o exóticos.

La recolección de información en campo se realizó mediante formatos físicos y medios digitales tal formulario digital en KoboToolbox y versiones preliminares del aplicativo desarrollado en el proyecto, herramientas adecuadas para contextos con conectividad limitada. El uso de formatos físicos fue preferido por los monitores, debido a la dificultad en el manejo de herramientas tecnológicas y a las limitaciones y riesgos del uso de dispositivos electrónicos en ambientes acuáticos. Por ello, se priorizó el registro manual, incluyendo sistemas propios de las comunidades, como el caso de Yahuarcaca, que fueron respetados por el proyecto.



TIKÂ - MONITOREO BIOLÓGICO (2025). Llenar los espacios en blanco

NOMBRE MONITOR(A): Wilder Pengifo J

COMUNIDAD MONITOR(A): La playa

Longitud Estandar LE

PROCEDENCIA — Marcar con una X: Se pescó X; Se compró

TIPOS DE ARTE DE PESCA REGISTRADOS: Vara, malla, flecha, atarraya, volantín, otros. Especificar el tamaño del ojo de la red en pulgadas, ejemplo: 1", 1.5", 2", 2.5" 3", 3.5"

ZONAS DE PESCA

EJE QUEBRADA
Zona 1: Km 8 - San Antonio
Zona 2: San Antonio - C. Torres
Zona 3: C. Torres - Bocana Lagos

EJE LAGOS
Zona 4: Lagos - Shucuruyu
Zona 5: Lagos - Zapatero
Zona 6: Lagos - La Milagrosa
Zona 7: Lagos - La Playa

SEXO DEL PEZ (Marcar con una X): Macho X; Hembra X

Estado / Codigo: Virgen 1; En Maduración 2; Maduro 3; En Reposo 4; Indeterminado IN

Fecha	Nombre Común Pez	Procedencia: Pescó	Procedencia: Compró	Arte Pesca	Zona Pesca	Talla (cm)	Peso (CON Tripas) gr	Sexo del pez: Macho	Sexo del pez: Hembra	Madurez Gonadal	Peso (SIN Tripas) gr
02-09-25	Bocon de mesa	X		Malla 2½"	Zona 7	23.4	178	X		1	160
02-09-25	Piraña roja	X		Malla 3"	Zona 7	14.5	107	X		2	98
11	Piraña roja	X		Malla 3"	Zona 7	14.2	119		X	1	108
11	Tucunare	X		Malla 2½"	Zona 7	17.0	117		X	1	114
11	Cunaruseu	X		Malla 2½"	Zona 7	13.7	94	X		1	88
11	Paz disco	X		Malla 2½"	Zona 7	12.0	95		X	3	91
11	cunaruseu	X		Malla 2½"	Zona 7	12.7	86		X	1	82
11	Juan viejo	X		Malla 2½"	Zona 7	12.1	54		X	2	52
11	Cara morado	X		Malla 2½"	Zona 7	11.0	71		X	2	69
11	Juan viejo	X		Malla 2½"	Zona 7	11.3	49		X	1	48

COMENTARIOS:

Figura 10. Formulario físico para el registro de las variables ecoambientales y socioeconómicas en los sitios representativos. Fuente: Autores (2025).

Se realizaron visitas presenciales y se crearon grupos de WhatsApp para brindar acompañamiento, resolver dudas y fortalecer el registro adecuado de la información en formatos físicos y digitales. Las comunidades enfrentan diversas dificultades técnicas y operativas en el monitoreo sin acompañamiento institucional, como la descalibración y deterioro de equipos, daños en instrumentos de medición, y problemas en el archivo y conservación de datos. Además, se resalta la importancia de organizar y digitalizar la información, así como de utilizar herramientas audiovisuales para mejorar la calidad en la recolección de datos.

Entre los resultados alcanzados durante la implementación del sistema de manera general, en la figura inferior, se observa que los monitores y el equipo técnico registraron con mayor frecuencia los módulos de comercialización (22%) y esfuerzo de pesca (27%). Esto se debe principalmente a la sencillez de la información requerida y a que no es necesario manipular equipos ni peces, lo que reduce el tiempo de registro. En contraste, el módulo de ingesta de pescado (11%) o biología de peces (12%) exige el uso de herramientas como cintas métricas y balanzas, lo que implica mayor dedicación, tiempo y atención. Además, una vez finalizados los registros, los equipos deben ser limpiados y almacenados adecuadamente.

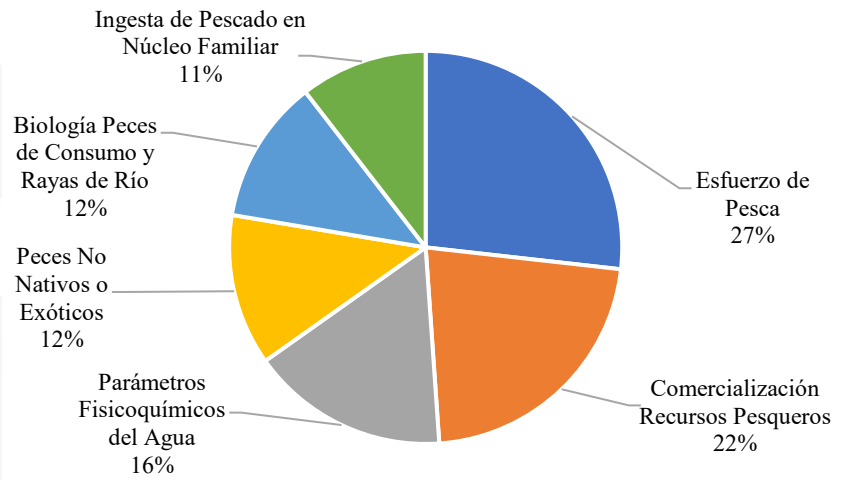
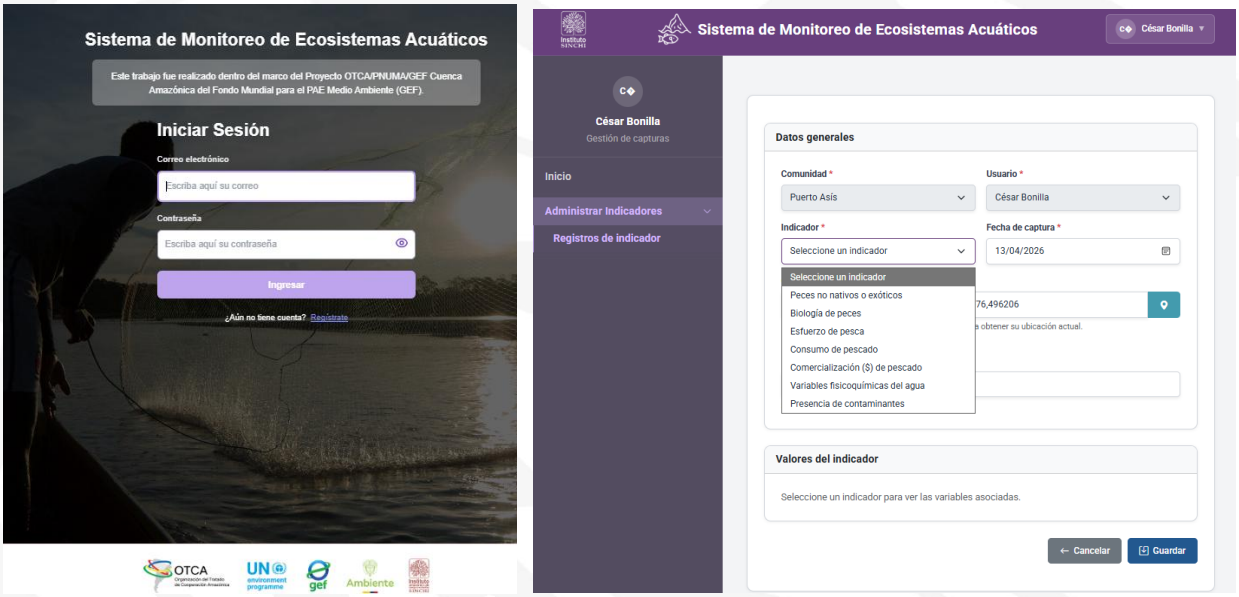


Figura 11. Distribución porcentual de los módulos registrados en los seis sitios representativos de la ZIF entre marzo a octubre de 2025. Fuente: Bonilla (2025).

Con el apoyo de los desarrolladores, se construyó un prototipo de sistema de monitoreo para el registro de información socioeconómica y ecoambiental, diseñado para operar en zonas sin conectividad a internet mediante el uso de teléfonos inteligentes o computadores de escritorio, tanto de forma sincrónica como asincrónica, permitiendo la integración de datos recolectados por medios físicos. En la figura inferior (A) se presenta la interfaz de ingreso al sistema, que solicita correo electrónico y contraseña. Asimismo, en la figura (B) se muestra la lista desplegable de variables definidas durante el desarrollo del estudio. El sistema está diseñado para generar nuevos indicadores a partir de los requerimientos de los usuarios o las instituciones interesadas.



A. B.

Figura 12. A) Interfaz del prototipo del sistema de monitoreo para el ingreso al sistema. B) Lista desplegable de módulos para registro de variables. Fuente: Sistema de Monitoreo ecosistemas acuáticos

Para el sistema de monitoreo se establecieron cinco (5) roles que permiten organizar el acceso, la gestión de la información y la toma de decisiones. Cada uno cumple un objetivo especifico como se describe en la tabla inferior.

Rol	Descripción
Administrador	Administración del sistema y acceso con todos los privilegios
Gestión de indicadores	Creación, consulta, edición y borrado de todos los indicadores del sistema
Gestión de capturas	Inserción y consulta de indicadores desde el territorio
Consulta general	Acceso de lectura a los indicadores del sistema
Reportes	Gestión y consulta de reportes

Con el objetivo de garantizar la interoperabilidad del sistema de monitoreo con otras plataformas, como el Observatorio Regional Amazónico (ORA), se elaboró la documentación de endpoints de la API. Este soporte reúne las instrucciones y descripciones necesarias para utilizar los puntos de acceso (endpoints) de la API, entendidos como direcciones URL específicas a las que se envían solicitudes para consultar, enviar o modificar información dentro del sistema. En la tabla inferior se describe los Endpoint de acceso.

Método	Endpoint	Descripción	Parámetros
POST	/api/login	Autenticación de usuarios autorizados. Retorna un Bearer Token para acceder a los demás endpoints.	email, password (body)
GET	/api/public/indicadores	Lista todas las gráficas marcadas como públicas (exponer_api = 1), con info de indicador, variables y características.	Ninguno
GET	/api/public/indicadores ?indicador_id={id}	Retorna gráficas públicas filtradas por un indicador específico. Útil para mostrar todas las representaciones de un indicador.	indicador_id (query, requerido)
GET	/api/public/indicadores /{id}	Información completa de una gráfica: metadatos, descripción y configuración de variables. No incluye datos procesados.	id (URL, requerido)
GET	/api/public/indicadores /{id}/datos	Retorna datos procesados y listos para renderizar la visualización, formateados según el tipo de gráfica.	id (URL, requerido) periodo (query, opcional): 1M, 3M, 6M, 1Y, 3Y, 5Y
GET	/api/public/mapa	Coordenadas geográficas (lat/lon) de muestras tomadas, agrupadas por código. Solo registros Activos y Aprobados.	indicador_id (query, opcional) periodo (query, opcional): 1M, 3M, 6M, 1Y, 3Y, 5Y

A pesar de los avances en la identificación de indicadores y en el registro de datos, aún no es posible obtener conclusiones robustas, debido al tiempo limitado de monitoreo y al proceso de validación de la información. Se requiere al menos uno o dos años de datos continuos para alcanzar resultados confiables. Se espera que el sistema evolucione hacia una herramienta automatizada que facilite el seguimiento y análisis en tiempo real, fortaleciendo la toma de decisiones.

- ✓ **Promover el diálogo interinstitucional para armonizar normas y estrategias de gestión de los recursos pesqueros.**

Espacios dialogo que permita avanzar en la articulación de actores a nivel nacional y binacional con el propósito de promover estrategias de manejo de los recursos pesqueros se han impulsado durante los últimos años. En 2019, en el marco del Convenio N.º 255 suscrito entre la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP) y el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI), se llevó a cabo encuentros de trabajo en la ciudad de Leticia, con la participación de funcionarios de la Dirección Regional de Producción de Loreto (DIREPRO, Perú), del Proyecto Especial de Desarrollo Integral de la Cuenca del Río Putumayo (PEBDICP, Perú), de la AUNAP, del Instituto SINCHI y del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Asimismo, en 2024 se realizó un taller en la ciudad de Iquitos con el objetivo de fortalecer el conocimiento de las autoridades de pesca de Perú y Colombia sobre el marco normativo pesquero de cada país, así como de identificar acciones conjuntas para mejorar la vigilancia y el control pesquero en la triple frontera. En este encuentro participaron la Dirección de Seguimiento, Control y Vigilancia (DISECOVI) y la Dirección de Extracción y Procesamiento Pesquero (DEPP) del Ministerio de la Producción (DIREPRO-Loreto), la AUNAP y la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonía (CORPOAMAZONIA).

En dichos encuentros se abordaron temas relacionados con la revisión de las especies de mayor consumo en la Zona de Integración Fronteriza (ZIF), así como la disponibilidad de información científica y la normatividad vigente. Asimismo, se identificaron las estrategias de co-manejo comunitario, incluyendo los acuerdos de pesca y los Programas de Manejo Pesquero (PROMAPES) para ambos sectores de la frontera.



Figura 13. Conversatorio sobre el estado actual del sector acuícola y pesquero en el departamento del Putumayo, que se llevó a cabo el 25 de abril de 2026 en la ciudad de Puerto Asís, con la participación de la Gobernación del Putumayo, la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sostenible del departamento, la Dirección Regional Amazonía de la AUNAP, el ICA, el SENA y representantes del sector acuícola y pesquero en el departamento.

En el marco del desarrollo del proyecto, en marzo de 2026 se apoyó un encuentro interinstitucional entre las autoridades pesqueras de Colombia (AUNAP) y Perú (DIREPRO), así como los institutos de investigación SINCHI e IIAP, el Ministerio de Ambiente de Colombia, Corpoamazonia y la OTCA, con el propósito de identificar oportunidades a partir de una herramienta desarrollada que permitirá analizar aspectos comunes como la talla de captura de las especies comerciales, los volúmenes de desembarco, la ingesta de pescado y las variables fisicoquímicas básicas del agua entre otros.

A nivel local, se participó en un encuentro realizado en la ciudad de Puerto Asís, en el cual se socializaron ante las instituciones del departamento del Putumayo como la Gobernación, la Dirección Regional de la AUNAP para la Amazonia, la autoridad sanitaria ICA y representantes de los gremios pesquero y acuícola, los resultados alcanzados por la iniciativa. Estos incluyeron la descripción de los cambios históricos de la pesca en el río Putumayo, así como la identificación de iniciativas orientadas a la construcción de escenarios de ordenamiento pesquero, como el caso de Puerto Leguízamo, el cual fue priorizado por la Oficina de Generación de Conocimiento e Información (OGCI) para avanzar hacia la expedición de resoluciones sobre acuerdos de manejo pesquero identificados en el desarrollo del proyecto.



Figura 14. Taller regional de actores asociados a procesos de monitoreo en la Amazonia Colombiana (Amazonas, Caquetá y Putumayo) en la localidad de Sibundoy los días 5 y 6 de diciembre, convocado por el Ministerio de Minas y Energía.

Por último, en el mes de diciembre de 2025, en la ciudad de Sibundoy, se dio a conocer el prototipo del sistema de monitoreo a diversas iniciativas que se desarrollan en los departamentos de Amazonas, Putumayo y Caquetá, con el propósito de compartir la experiencia en su construcción y destacar los elementos que pueden ser de utilidad para fortalecer otros procesos locales de monitoreo. Para ello, se contó con el apoyo del Ministerio de Minas y Energía de Colombia.

Cambios y ajustes presupuestales y metodológicos desarrollados en el marco del proyecto.

Durante la ejecución del proyecto fue necesario realizar ajustes, incluyendo ampliación en el tiempo y modificaciones en los rubros presupuestales, debido a eventos ocurridos en campo ajenos al desarrollo del proyecto, como las emergencias por inundación registradas en dos momentos del año 2025 por el río Putumayo y las dificultades de movilidad derivadas del orden público, principalmente en los municipios de Puerto Asís y Puerto Leguízamo. Todas estas eventualidades fueron reportadas mediante el formato de seguimiento del Instituto Sinchi, denominado "¿Cómo va tu proyecto?".

Primer Ajuste

El primer ajuste se realizó en noviembre de 2025 y consistió en trasladar recursos del rubro "Otros" al de "Talento humano" por un monto de $36.250.000 o USD 9.931 aproximadamente. Este ajuste respondió a la necesidad de incorporar personal de apoyo para las actividades comunitarias, especialmente el monitoreo participativo y la organización de jornadas de intercambio de experiencias con pescadores de otras localidades para el cierre de año, así como para la elaboración de los documentos finales. Este ajuste no afectó las actividades programadas. En la tabla inferior se describe la modificación realizada.

REDUCCIONES			ADICIONES		
Del Rubro	Objeto	Valor Reducción	Al Rubro	Objetivo	Valor Adición
OTROS	Logística para reuniones de trabajo, impresos, imprevistos, licencias, aplicativos en portal web o plan datos entre otros.	$36.250.000	Talento humano	Profesionales para actividades de campo en pesquerías río Putumayo y otros.	$36.250.000

Segundo Ajuste

Por recomendación del equipo técnico del proyecto y de la OTCA, se realizó un segundo ajuste en febrero de 2026 con ocasión de la ampliación del plazo de ejecución hasta finales de abril del presente año. En este contexto, fue necesario modificar algunos rubros del proyecto, entre ellos "Talento humano", para garantizar la continuidad del apoyo a las actividades de monitoreo participativo y la elaboración de los documentos finales, este ajuste representó un traslado de $26. 503.280 o USD7.269 aproximadamente. Asimismo, se incluyó el pago del servicio de servidor virtual para asegurar el funcionamiento del prototipo del sistema de monitoreo y se incrementó el rubro "Otros" con el fin de cubrir costos asociados a encuentros de trabajo. En tabla inferior se describe los ajustes realizados.

REDUCCIONES			ADICIONES		
Del Rubro	Objeto	Valor Reducción	Al Rubro	Objetivo	Valor Adición
Administrativos	Gastos de operación y administración	$4.953.328	Gastos de viaje	Tiquetes y viáticos para equipo técnico del proyecto	$4.953.328
Equipos y software	Computadores y programas ofimáticos	$3.764.812	Gastos de viaje	Tiquetes y viáticos para equipo técnico del proyecto	$3.764.812

kiwa CQR COMPAÑÍA ISO 9001:2015 CERTIFICADA # 2023009250

Materiales, insumos y documentación	Tester, combustible y aceites	$274.115	Gastos de viaje	Tiquetes y viáticos para equipo técnico del proyecto	$274.115
Otros	Logística, impresos y fletes	$12.316.025	Otros	Logística para reuniones de trabajo, impresos, imprevistos, licencias, aplicativo en portal web o plan datos entre otros.	$12.316.025