

Documento Técnico :

Estudio de Caso: Mercurio en los sistemas fluviales del departamento del Guainía. Análisis desde las dimensiones de la matriz de estado del arte

1. Descripción general del estudio de caso

El presente estudio de caso aborda la problemática asociada a la presencia de mercurio en los principales sistemas fluviales del departamento del Guainía, particularmente en los ríos Inírida, Atabapo y Guainía. El análisis se desarrolla a partir de una investigación periodística de largo aliento publicada por el Consejo de Redacción (CdR) en 2024, sustentada en información técnica aportada por la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y el Oriente Amazónico (CDA), la Secretaría de Salud de Guainía y diversos estudios realizados entre 2001 y 2022.

De acuerdo con la información revisada, la presencia de mercurio en los ecosistemas acuáticos del departamento se encuentra asociada principalmente a actividades de minería aluvial de oro desarrolladas en diferentes sectores del territorio. Los estudios citados documentan registros de contaminación en cuerpos de agua y sedimentos, así como posibles implicaciones sobre la biodiversidad, la salud de las comunidades ribereñas y los servicios ecosistémicos asociados a los sistemas fluviales.

Desde una perspectiva territorial, el caso se localiza en una región de alta importancia ambiental para la Amazonia colombiana, caracterizada por una amplia red hidrográfica, una alta diversidad biológica y una estrecha relación entre los ecosistemas acuáticos y las comunidades indígenas que habitan el departamento. Las condiciones geográficas del territorio, sumadas a las dinámicas asociadas a la actividad minera y a las limitaciones para el seguimiento institucional en algunas zonas, configuran un escenario que reviste interés para los procesos de monitoreo ambiental y análisis territorial.

En cuanto a su clasificación dentro de la matriz de estado del arte, el estudio fue valorado con relevancia alta tanto por la calidad de la información recopilada como por su utilidad para los procesos de análisis desarrollados por el Ministerio de Minas y Energía. Los registros disponibles sobre concentraciones de mercurio en sedimentos, junto con la información relacionada con minería aluvial y afectaciones ambientales asociadas, constituyen insumos de interés para el

seguimiento territorial y la posible correlación con alertas de Explotación de Oro de Aluvión (EVOA) identificadas mediante herramientas de monitoreo remoto.

2. Dimensión social

La dimensión social constituye uno de los aspectos más relevantes identificados en la información revisada, debido a las posibles implicaciones que la exposición al mercurio puede generar sobre las comunidades indígenas ribereñas del departamento del Guainía. De acuerdo con la investigación analizada, estas comunidades mantienen una estrecha relación con los sistemas fluviales de los ríos Inírida, Atabapo y Guainía, de los cuales obtienen una parte importante de los recursos utilizados para su alimentación y subsistencia.

La información consultada señala que una de las principales vías de exposición al mercurio corresponde al consumo de pescado proveniente de estos ecosistemas acuáticos. Los estudios referenciados reportan la presencia de metilmercurio en especies de consumo frecuente y mencionan posibles efectos neurológicos, reproductivos e inmunológicos asociados a la exposición prolongada a este contaminante.

En poblaciones con alta dependencia del recurso pesquero, esta situación representa un aspecto de interés para el seguimiento sanitario y ambiental, especialmente en aquellos sectores donde las opciones alimentarias son limitadas y las condiciones de acceso a servicios institucionales pueden presentar restricciones. Aunque la magnitud de los impactos puede variar entre comunidades, la información disponible sugiere la necesidad de continuar fortaleciendo los procesos de monitoreo y generación de conocimiento sobre los posibles efectos de la exposición al mercurio en la población.

Adicionalmente, la investigación señala que varias de las comunidades potencialmente expuestas se localizan en zonas de difícil acceso geográfico, donde las capacidades de atención, seguimiento y monitoreo en salud pueden verse limitadas. En este contexto, el fortalecimiento de la articulación entre las entidades ambientales, mineras y de salud constituye un elemento relevante para mejorar la comprensión de la problemática y apoyar la toma de decisiones basada en información técnica.

3. Dimensión política e institucional

Desde la perspectiva institucional, la información revisada permite identificar diversos desafíos asociados a la gestión de la problemática del mercurio en el departamento del Guainía. La investigación consultada señala que, a pesar de los avances normativos alcanzados por el país en materia de reducción y eliminación del uso de mercurio en actividades mineras, persisten retos relacionados con la implementación, seguimiento y control de estas disposiciones en territorios con condiciones geográficas complejas y dinámicas mineras de difícil monitoreo.

De acuerdo con la información analizada, la problemática involucra a múltiples entidades con competencias en los ámbitos ambiental, minero y sanitario, lo que resalta la importancia de fortalecer los mecanismos de coordinación interinstitucional para el seguimiento de las actividades desarrolladas en el territorio y de sus posibles efectos asociados.

La investigación también menciona la presencia de actividades mineras desarrolladas bajo diferentes modalidades, incluyendo escenarios relacionados con minería de subsistencia. Esta situación representa un aspecto relevante para el análisis institucional, en la medida en que plantea la necesidad de armonizar los objetivos de protección ambiental, bienestar comunitario y gestión de las actividades productivas desarrolladas por las poblaciones locales.

En este contexto, el caso del Guainía constituye un referente de interés para el análisis de instrumentos de gestión y mecanismos de articulación entre entidades como la CDA, el Ministerio de Salud, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) y demás organismos con competencia en el territorio. Asimismo, resalta la importancia de contar con información técnica que contribuya a la toma de decisiones en zonas de frontera, con presencia de actividades mineras y condiciones particulares de acceso y seguimiento institucional.

4. Dimensión cultural y territorial

La dimensión cultural y territorial constituye un componente relevante para la comprensión integral de la problemática analizada. En el departamento del Guainía, los sistemas fluviales mantienen una estrecha relación con las dinámicas sociales, culturales y económicas de los pueblos indígenas asentados en sus riberas. En este contexto, la pesca representa una actividad asociada no solo al sustento alimentario de las comunidades, sino también a prácticas tradicionales y formas de interacción con el territorio que han sido construidas históricamente alrededor de los ecosistemas acuáticos.

De acuerdo con la información revisada, la presencia de mercurio en especies de peces de consumo frecuente y la percepción de riesgo asociada a su consumo podrían influir en algunas prácticas relacionadas con el aprovechamiento de los recursos hidrobiológicos. Aunque la magnitud de estos cambios no ha sido cuantificada en los estudios consultados, la situación pone de manifiesto la estrecha relación existente entre el estado de conservación de los ecosistemas acuáticos y diversas dinámicas culturales presentes en el territorio.

Desde una perspectiva territorial, los ríos desempeñan un papel central en la movilidad, el abastecimiento de recursos y la organización espacial de numerosas comunidades del departamento. Por esta razón, los procesos de contaminación asociados a los sistemas fluviales trascienden la dimensión ambiental y adquieren relevancia en el análisis de aspectos sociales y culturales vinculados al uso y apropiación del territorio.

En este sentido, la información revisada resalta la importancia de considerar los conocimientos tradicionales, las dinámicas territoriales y las particularidades culturales de las comunidades indígenas en los procesos de análisis, seguimiento y formulación de estrategias relacionadas con la gestión ambiental de la región.

5. Dimensión ambiental

Desde la perspectiva ambiental, la información revisada aporta evidencia relevante sobre la presencia de mercurio en los sistemas fluviales del departamento del Guainía. Los estudios citados reportan la detección de este contaminante en la totalidad de las muestras de sedimento analizadas en los ríos Inírida, Atabapo y Guainía, lo que sugiere una distribución amplia dentro de los ecosistemas acuáticos evaluados. Esta condición resulta de interés para el seguimiento ambiental, considerando el carácter persistente del mercurio y su capacidad de permanecer en el medio durante periodos prolongados.

Los registros documentados indican concentraciones de hasta 47 mg/Kg en sedimentos del río Inírida, 124 mg/Kg en el río Guainía y 13.266 mg/Kg en el río Atabapo. De acuerdo con la información consultada, estos valores constituyen un referente importante para la caracterización de la problemática y para el análisis de posibles procesos de acumulación de contaminantes en los sistemas fluviales del departamento.

Otro aspecto relevante corresponde a la presencia de metilmercurio en especies de peces de consumo frecuente. Los procesos de bioacumulación identificados en la investigación evidencian la incorporación del contaminante a la cadena trófica acuática, situación que reviste interés tanto desde la perspectiva de la biodiversidad como de los servicios ecosistémicos asociados a los cuerpos de agua. En este contexto, la calidad ecológica de los sistemas fluviales y la disponibilidad de recursos hidrobiológicos constituyen elementos que merecen especial atención dentro de los procesos de monitoreo ambiental.

La información revisada también señala que los sectores con mayores registros de contaminación coinciden con áreas de alta sensibilidad ambiental y con condiciones que dificultan las labores de seguimiento y monitoreo. Esta situación resalta la importancia de fortalecer la generación de información ambiental y la articulación entre las entidades con competencia en el territorio, con el fin de mejorar la comprensión de la problemática y apoyar la toma de decisiones orientadas a la gestión sostenible de los ecosistemas fluviales del departamento.

6. Puntos de interés para el seguimiento ambiental

A partir de la información revisada, se identifican los siguientes aspectos de interés para los procesos de seguimiento y monitoreo ambiental relacionados con la contaminación por mercurio en los sistemas fluviales del departamento del Guainía:

- Los registros de concentración de mercurio en sedimentos de los ríos Inírida, Atabapo y Guainía representan una fuente de información relevante para el análisis ambiental y territorial, con potencial para ser incorporados como capas geospaciales de referencia dentro de los sistemas de información y monitoreo del Ministerio de Minas y Energía.
- Los sectores localizados en el sur del departamento, particularmente sobre el río Guainía, presentan algunos de los mayores registros de mercurio reportados en la investigación. La coincidencia de estos registros con áreas de acceso complejo resalta la importancia de fortalecer los procesos de seguimiento y generación de información ambiental en estas zonas.
- La detección de mercurio en la totalidad de las muestras de sedimento analizadas sugiere una distribución amplia del contaminante dentro de los sistemas fluviales evaluados, aspecto que puede ser considerado en el diseño de estrategias de monitoreo ambiental de mediano y largo plazo.

- Los procesos de bioacumulación de metilmercurio identificados en especies de peces de consumo frecuente constituyen un elemento de interés para el análisis integrado de la calidad ambiental de los ecosistemas acuáticos, así como para la articulación de información relacionada con biodiversidad, recursos hidrobiológicos y salud pública en las comunidades ribereñas.

7. Correlación con la Sala de Monitoreo

La información recopilada en este estudio de caso presenta un alto potencial de aplicación para los procesos de análisis territorial y seguimiento ambiental desarrollados desde la Sala de Monitoreo del Ministerio de Minas y Energía. Los registros de concentración de mercurio en sedimentos constituyen una fuente de información de interés que podría analizarse de manera conjunta con las áreas de Explotación de Oro de Aluvión (EVOA) identificadas mediante herramientas de monitoreo remoto y análisis geoespacial.

La posible correlación entre los puntos con mayores concentraciones de mercurio y las alertas EVOA registradas en los ríos Inírida, Atabapo y Guainía representa un elemento relevante para el análisis territorial de la actividad minera en la región. Este ejercicio podría contribuir a fortalecer los procesos de priorización de áreas de seguimiento, así como la integración de información ambiental obtenida en campo con herramientas de monitoreo satelital.

De igual manera, variables derivadas de imágenes Sentinel-2, incluyendo el Índice de Diferencia Normalizada de Agua Modificado (MNDWI) y otros indicadores asociados al comportamiento de los cuerpos de agua, podrían explorarse como insumos complementarios para la identificación de patrones espaciales relacionados con actividades mineras y posibles afectaciones sobre los sistemas fluviales.

Por otra parte, el análisis de imágenes SAR Sentinel-1 podría aportar información complementaria para la estimación de la presencia y distribución de dragas activas en diferentes tramos fluviales, contribuyendo a una mejor caracterización de las dinámicas asociadas a la minería aluvial en el departamento.

Finalmente, la información generada por los sistemas de monitoreo de UNODC relacionados con alertas EVOA en agua podría integrarse con los registros disponibles sobre contaminación por mercurio, permitiendo ampliar la línea de información disponible para el análisis territorial y ambiental de la minería aluvial en el Guainía.

8. Acciones de concurrencia

Con base en la información analizada, se identifican las siguientes acciones de concurrencia que podrían contribuir al fortalecimiento de los procesos de seguimiento y gestión relacionados con la contaminación por mercurio en los sistemas fluviales del departamento del Guainía, en articulación con entidades del orden nacional y regional:

- Considerar la incorporación de los puntos de muestreo de mercurio y calidad del agua reportados en los estudios de la CDA como capas geoespaciales de referencia dentro de los análisis desarrollados por la Sala de Monitoreo, facilitando su uso en ejercicios de correlación con alertas EVOA y otras herramientas de monitoreo remoto.
- Fortalecer la articulación técnica con la CDA, la Secretaría de Salud de Guainía, el Instituto SINCHI y demás entidades competentes, con el fin de facilitar el acceso, integración y análisis conjunto de información ambiental y sanitaria relacionada con la presencia de mercurio en ecosistemas acuáticos del departamento.
- Promover ejercicios de análisis espacial orientados a evaluar la relación entre las concentraciones de mercurio registradas en sedimentos y las alertas EVOA identificadas en los ríos Inírida, Atabapo y Guainía, como insumo para los procesos de seguimiento territorial adelantados por el Ministerio.
- Explorar la incorporación de variables asociadas a contaminación por mercurio y calidad del agua como información complementaria para los procesos de monitoreo ambiental de la minería aluvial en cuerpos de agua, articulando datos obtenidos en campo con herramientas de análisis geoespacial y sensores remotos.
- Apoyar espacios de coordinación interinstitucional orientados al intercambio de información y a la identificación de posibles mecanismos de seguimiento frente a afectaciones ambientales y sanitarias asociadas a la exposición por mercurio en comunidades ribereñas del departamento.

9. Variables de concurrencia

Para el seguimiento articulado de la problemática asociada a la contaminación por mercurio en los sistemas fluviales del departamento del Guainía, se identifican las siguientes variables

técnicas de concurrencia como relevantes para los procesos de monitoreo, análisis territorial y gestión ambiental:

- Concentración de mercurio en sedimentos por tramo de río (mg/Kg), con registros diferenciados para los ríos Inírida, Atabapo y Guainía y especial atención a los sectores donde se han documentado mayores concentraciones.

- Presencia y concentración de metilmercurio en especies de peces de consumo frecuente y de importancia ecológica para las comunidades ribereñas, incluyendo especies carnívoras ubicadas en niveles superiores de la cadena trófica.

- Variables asociadas a la turbidez y al comportamiento de los cuerpos de agua derivadas de imágenes Sentinel-2, incluyendo el índice MNDWI y otros índices espectrales que puedan aportar información complementaria sobre dinámicas asociadas a actividades mineras y cambios en la calidad ambiental de los sistemas fluviales.

- Número estimado y densidad de dragas activas por tramo fluvial, mediante análisis SAR con imágenes Sentinel-1 y otras herramientas de monitoreo satelital disponibles.

- Presencia, frecuencia y distribución espacial de alertas de Explotación de Oro de Aluvión (EVOA) registradas por los sistemas de monitoreo de UNODC, analizadas de manera complementaria con los registros de contaminación por mercurio disponibles.

- Cobertura, acceso y capacidad de atención en salud para comunidades ribereñas potencialmente expuestas a contaminación por mercurio, como variable de contexto para la caracterización de condiciones de vulnerabilidad y seguimiento de posibles afectaciones asociadas.

10. Conclusiones

La información revisada evidencia la presencia de mercurio en los principales sistemas fluviales del departamento del Guainía, particularmente en los ríos Inírida, Atabapo y Guainía, situación que ha sido documentada en diferentes estudios desarrollados entre 2001 y 2022. Los registros identificados en sedimentos y los procesos de bioacumulación reportados en especies de peces de consumo frecuente constituyen elementos relevantes para el análisis ambiental de la región.

Los hallazgos recopilados sugieren la existencia de una problemática con implicaciones ambientales, sociales, sanitarias y territoriales que requiere una aproximación integral para su

comprensión y seguimiento. La presencia de mercurio en los ecosistemas acuáticos, así como su incorporación a la cadena trófica, representan aspectos de interés para la conservación de la biodiversidad, el mantenimiento de los servicios ecosistémicos y el bienestar de las comunidades ribereñas que dependen de estos sistemas fluviales.

Desde la perspectiva institucional, la información analizada resalta la importancia de fortalecer los mecanismos de coordinación, intercambio de información y seguimiento entre las entidades con competencia en los ámbitos ambiental, minero y sanitario. Asimismo, pone de manifiesto la necesidad de continuar generando información técnica que contribuya a una mejor comprensión de la problemática y apoye la toma de decisiones en el territorio.

Finalmente, el estudio de caso evidencia la estrecha relación existente entre la calidad ambiental de los ecosistemas fluviales y las dinámicas sociales, culturales y territoriales presentes en el departamento del Guainía. En este sentido, la incorporación de estas dimensiones dentro de los procesos de análisis y gestión ambiental puede contribuir a una comprensión más integral de los desafíos asociados a la contaminación por mercurio en la región.

11. Recomendaciones

- Fortalecer la integración de variables asociadas a contaminación por mercurio dentro de los procesos de seguimiento ambiental desarrollados por la Sala de Monitoreo, promoviendo su análisis conjunto con alertas de Explotación de Oro de Aluvión (EVOA) y otras herramientas de monitoreo remoto disponibles para el departamento del Guainía.
- Promover espacios de articulación técnica entre entidades ambientales, mineras y de salud, orientados al intercambio de información y al desarrollo de estrategias conjuntas de seguimiento relacionadas con posibles afectaciones ambientales y riesgos de exposición al mercurio en comunidades ribereñas.
- Priorizar procesos de seguimiento ambiental en sectores del sur del departamento que registran antecedentes de actividad minera y concentraciones de mercurio reportadas en la información revisada, especialmente en áreas de alta sensibilidad ambiental y condiciones complejas de acceso.
- Fortalecer la consolidación e integración de información sobre calidad del agua y sedimentos en los ríos Inírida, Atabapo y Guainía, articulando los datos generados por

entidades como la CDA, el Instituto SINCHI, la Secretaría de Salud de Guainía y las herramientas de monitoreo satelital disponibles.

- Promover la generación de información técnica que contribuya al análisis de alternativas de gestión para actividades de minería de subsistencia desarrolladas en zonas ambientalmente sensibles, considerando tanto las condiciones socioeconómicas de las comunidades locales como los objetivos de protección ambiental establecidos en la normativa vigente.
- Considerar la incorporación de enfoques territoriales y culturales en los procesos de análisis y gestión relacionados con esta problemática, reconociendo la importancia que los sistemas fluviales tienen para las comunidades indígenas y su relación con los servicios ecosistémicos presentes en el territorio.

Referencias

Consejo de Redacción (CdR). (2024). *Mercurio, la amenaza silenciosa en los ríos de Guainía*. Investigación periodística de largo aliento. Disponible en: <https://consejoderedaccion.org/sello-cdr/investigacion/mercurio-la-amenaza-silenciosa-en-los-rios-de-guainia/>

Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y el Oriente Amazónico (CDA). Estudios y registros técnicos sobre concentraciones de mercurio en sedimentos de los ríos Inírida, Atabapo y Guainía. Período 2001–2022.

Secretaría de Salud de Guainía. Información y registros relacionados con posibles afectaciones en salud asociadas a la exposición al mercurio en comunidades indígenas ribereñas del departamento. Período 2001–2022.

Elaborado por:



Ruth Marina Alvarado Moncayo

Contratista – Componente de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos

