

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE CIENCIA, TECNOLOGIA E INNOVACION
- COLCIENCIAS -

ANEXO 3

PROTOCOLO N°. 2

DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS DEL PROYECTO

6.1. Componente científico-técnico:

• **Título del proyecto.**

Evaluación de los efectos en la salud en la población vulnerable del territorio colectivo Zanjón de Garrapatero expuesta a vertimientos contaminantes por explotación minera.

• **Lugar de ejecución.**

Zona de ubicación ancestral del Consejo Comunitario Zanjón de Garrapatero, en las veredas o comunidades: El Palmar, Santa Lucía, Mazamorrero, la Toma, Alto Palmar y San Francisco Bajo, al suroccidente del Municipio de Santander de Quilichao, Departamento del Cauca.

• **Resumen ejecutivo:**

EL CONSEJO COMUNITARIO ZANJON DE GARRAPATERO, es un sujeto colectivo de comunidades negras ubicado ancestralmente en los valles inter andinos, al sur occidente del Municipio de Santander de Quilichao, Cauca.

En esta zona se han identificado actividades de extracción minera ilegal a cielo abierto, que incluyen la presunta extracción de oro mediante el uso de mercurio, que pueden ocasionar efectos ambientales en recursos naturales como el suelo, el aire, el agua y la pesca, así como impactos sociales, económicos y culturales en la comunidad.

El mercurio es una de las sustancias utilizadas en la minería con mayores repercusiones en salud pública. Una vez que el mercurio ingresa al ambiente como contaminante, es sumamente nocivo, dada su persistencia, movilidad, capacidad para formar compuestos orgánicos, bioacumulación y biomagnificación, lo que en últimas puede llevar a efectos negativos en la salud

humana. Estos efectos incluyen alteraciones permanentes en el sistema nervioso y en particular en el sistema nervioso en desarrollo

En consecuencia, y como medida cautelar, el Auto Interlocutorio No. 022, del Juzgado Primero Civil del Circuito Especializado en Restitución de Tierras de Popayán, ha ordenado al Ministerio de Salud y Protección Social evaluar los efectos de los vertimientos contaminantes de la actividad de minería, al interior del Territorio COLECTIVO ZANJON DE GARRAPATERO, con énfasis en la población más vulnerable.

Por lo tanto, la propuesta de investigación apunta a la identificación del posible impacto de los vertimientos contaminantes derivados de la explotación minera en la salud de la población del Zanjón de Garrapatero, mediante la caracterización de la exposición a mercurio de los individuos y la ocurrencia de los potenciales efectos en su salud.

- **Planteamiento del Problema y de la pregunta de investigación:**

Dadas las implicaciones en salud que tiene el uso de mercurio en la actividad de minería ilegal de oro, y considerando el potencial efecto por la exposición a los vertimientos que se derivan de ella, se plantea como pregunta de investigación:

¿Existe relación entre las condiciones de salud de la población vulnerable, que reside en el Territorio Colectivo Zanjón de Garrapatero y su exposición a vertimientos contaminantes producto de la actividad minera?.

- **Justificación del proyecto que incluya el eje y línea(s) temática(s):**

El Auto Interlocutorio No. 022 del Juzgado Primero Civil del Circuito Especializado en Restitución de Tierras de Popayán, proferido en el marco del Proceso de Restitución de Tierras 19001-31-21-001-2017-00177-00, ordena unas medidas cautelares a favor de la población más vulnerable, niños, niñas, ancianas y ancianos del Territorio Colectivo Zanjón de Garrapatero, dicha medida cautelar ordena para el Ministerio de Salud y Protección Social:

“SEPTIMA: ORDENAR AL MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCION SOCIAL para que en un plazo de 6 meses implemente un estudio epidemiológico para evaluar los efectos de los vertimientos contaminantes, al interior del Territorio COLECTIVO ZANJON DE GARRAPATERO, en la población más vulnerable, niños, niñas, ancianas y ancianos, y adoptar las medidas de salubridad necesarias y urgentes”;

Se requiere entonces obtener información y evidencia poblacional del estado de salud de los habitantes (Niños, embarazadas y personas adultas mayores) del Territorio COLECTIVO ZANJON DE GARRAPATERO y su posible relación con la exposición a vertimientos contaminantes producto de la minería.

- **Marco conceptual:**

El Departamento de Cauca está situado en el suroeste del país entre las regiones andina y pacífica; dentro de los municipios que son centros de actividad comercial se encuentra Santander de Quilichao i y aunque su económica proviene principalmente del sector agropecuario, hay un sector muy pequeño de explotación minera aurífera (de manera ilegal) que desde el año 2009 ha tenido su auge en diferentes zonas del municipio como el Cerro Garrapateroii.

Este es un territorio ancestral de las comunidades negras del Consejo Comunitario Zanjón de Garrapatero, donde la extracción minera ilegal a cielo abierto y con maquinaria pesada ocasiona graves daños irreparables al medio ambiente, conllevando impactos sociales económicos y culturales de la comunidad. Esta actividad ha traído inestabilidad y ha tenido efectos ambientales en recursos naturales como suelo, aire, agua y la pesca.iii

A nivel general se conoce que la contaminación ambiental tiene inmersa la exposición a muchas sustancias químicas que de manera crónica pueden desencadenar efectos para la salud humana y daño en los ecosistemas. En las personas se han descrito muchas afectaciones tanto de forma aguda como crónica, que involucran todos los sistemas del organismo y pueden producir daños algunas veces irreversibles.

El mercurio es uno de estos compuestos utilizados en la minería que pueden llevar a problemas en salud, siendo uno de los diez grupos de sustancias químicas con mayores repercusiones en la salud pública iv. El mercurio es un metal que se caracteriza por ser un líquido inodoro a temperatura ambiente y que se volatiliza fácilmente, al igual que otros metales, se encuentra en la naturaleza, principalmente en forma de cinabrio (HgS). Una vez que el mercurio ingresa al ambiente como contaminante, es sumamente nocivo, dada su persistencia, movilidad (puede transportarse a largas distancias y traspasar fronteras), capacidad para formar compuestos orgánicos, bioacumulación (se acumula en los seres vivos) y biomagnificación (aumenta la concentración a medida que se asciende en la cadena trófica), lo que en últimas puede llevar a efectos negativos en la salud humana.

Todas las personas están expuestas a cierto nivel de mercurio; sin embargo, entre los factores que determinan eventuales efectos sobre la salud, así como su gravedad, están los siguientes: la forma de mercurio, la dosis, la edad (la etapa fetal es la más vulnerable), la duración de la exposición y la vía de exposición (inhalación, ingestión o contacto cutáneo).

Los daños a la salud incluyen alteraciones permanentes en el sistema nervioso y en particular en el sistema nervioso en desarrollo; debido a ello y al hecho de que el mercurio

puede ser transferido de una madre a su hijo durante el embarazo; los bebés, niños y mujeres embarazadas son considerados las poblaciones más vulnerables (v, vi, vii). El informe sobre la Evaluación Mundial del Mercurio desarrollado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (viii) concluyó que existe evidencia del efecto adverso del mercurio en la salud humana, recomendando a los países crear estrategias para su control y manejo adecuado, como se evidencia en el convenio de Minamata (ix).

Se han realizado diferentes aproximaciones de evaluación de riesgos en salud por la exposición ambiental a mercurio en zonas priorizadas (x). Durante el 2015 y el 2016 el Ministerio de Salud y Protección Social y el Instituto Nacional de Salud realizaron el estudio de evaluación del impacto social y de salud por exposición ocupacional y ambiental al mercurio en el Departamento del Chocó (xi), para esto se partió del ajuste de los protocolos de investigación originalmente contruidos por el INS para la evaluación del impacto en salud por exposición ocupacional y ambiental al mercurio en la zona de la Mojana y por el MSPS en su estudio de la Mojana para poblaciones vulnerables (xii). Estos estudios han permitido avanzar en el esclarecimiento del comportamiento de la exposición a contaminantes ambientales, en particular del mercurio; no obstante, se requiere la implementación de metodologías que permitan identificar relaciones causales.

En este contexto, se propone caracterizar el posible impacto de los vertimientos contaminantes por explotación de minera en la salud de la población del Zanjón de Garrapatero. Lo anterior requiere de una caracterización válida de la exposición a mercurio de los individuos a esta explotación y la ocurrencia de los potenciales efectos en salud secundarios. Dando respuesta al requerimiento Auto Interlocutorio No. 022

ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

El Auto Interlocutorio No. 022 del Juzgado Primero Civil del Circuito Especializado en Restitución de Tierras de Popayán, proferido en el marco del Proceso de Restitución de Tierras 19001-31-21-001-2017-00177-00, ordena unas medidas cautelares a favor de la población más vulnerable, niños, niñas, ancianas y ancianos del Territorio Colectivo Zanjón de Garrapatero, dicha medida cautelar ordena para este Ministerio, lo siguiente

“ SEPTIMA: ORDENAR AL MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCION SOCIAL para que en un plazo de 6 meses implemente un estudio epidemiológico para evaluar los efectos de los vertimientos contaminantes, al interior del Territorio COLECTIVO ZANJON DE GARRAPATERO, en la población más vulnerable, niños, niñas, ancianas y ancianos, y adoptar las medidas de salubridad necesarias y urgentes”;

El gran inconveniente en estos estudios se enmarca en la temporalidad del evento y la exposición, no se puede conocer a ciencia cierta cuál es previo, debido a la no presencia de datos en salud que den el contexto de línea base de la población. Del mismo modo, la medición ambiental de elementos como el mercurio es compleja sumándose a la poca información de monitoreo ambiental que posee el país en estos factores. Al hablar del componente de salud y sus mediciones se presenta un panorama igual de complejo al

ambiental pero que se describe en dos vías: “..la primera, teniendo en cuenta que el estudio de las enfermedades en la relación salud – ambiente, se basa en gran parte en estudios experimentales en animales, estudios de laboratorio y estudios toxicológicos, cuyos resultados solo se pueden extrapolar de manera limitada al contexto poblacional... en gran parte están dadas a partir de estudios experimentales en animales, estudios de laboratorio y estudios toxicológicos, resultados que de manera limitada se pueden extrapolar al contexto poblacional. En segunda vía recae la evidencia de que las enfermedades con base ambiental (mercurio es un ejemplo) necesitan un tiempo prolongado (depende de los niveles de exposición y las vías de esta exposición) para tener manifestaciones claras en salud, pasando incluso a ser condiciones crónicas.

También es importante considerar que algunas sustancias ambientales con niveles generalmente dados de manera natural no son peligrosas, pero si las mismas sustancias presentan contaminación antropogénica, estas pueden suponer un riesgo mayor al observado^{xiii}. En este tipo de contaminación se observa la dada por la explotación minera, principalmente aurífera, que implica la exposición ocupacional en su mayor parte, pero que también puede involucrar la contaminación por mercurio en agua de consumo o en alimentos contaminados con este metal, generando un posible compromiso en la salud de las personas que habitan en áreas aledañas a las minas de oro sin que estén participando directamente en las actividades de explotación.

La contaminación ambiental por mercurio se ha convertido en una problemática global, pues representa un inmenso riesgo sobre la salud de la población, el equilibrio del ecosistema y sobre la sostenibilidad a mediano y largo plazo de los procesos productivos, si se tiene en cuenta que su forma gaseosa facilita su diseminación a grandes distancias y su tiempo de vida se extiende incluso hasta 18 meses^{xiv}.

Los impactos de los productos químicos en las personas y otros organismos vivos varían desde la mutagénesis celular hasta el daño neurológico, el daño a la reproducción y el desarrollo, los efectos metabólicos, la inmunotoxicidad, la inflamación pulmonar y la aparición de bacterias resistentes a los antibióticos. Los niños envenenados por mercurio y plomo también desarrollan problemas en sus sistemas nervioso, digestivo y renal^{xv}.

Con base a lo mencionado con anterioridad e independiente de la población del Colectivo, el problema de la minería aluvial frente al uso del mercurio líquido, es la no recuperación del mercurio tras el proceso de extracción aurífera, lo que lleva a que el mercurio se distribuya a la tierra y agua, se transforma en mercurio orgánico el cual es el generador de efectos adversos para la salud humana y el medio ambiente ^{xvi}.

Como lo menciona Olivero^{xvii}, los efectos en la salud producidos por la exposición a mercurio están determinados por el tipo de mercurio involucrado (inorgánico y orgánico), la exposición a vapores se asocia con problemas del sistema nervioso central, la función renal y tiroidea^{xviii}, y la exposición a mercurio orgánico se relaciona con inconvenientes en el psicodesarrollo, sobre todo en edades tempranas de hijos de madres que estuvieron expuestas a metilmercurio en su dieta^{xix}

Según la OMS, “En términos generales hay dos grupos especialmente vulnerables a los efectos del mercurio. Los fetos son sensibles sobre todo a sus efectos sobre el desarrollo, el segundo grupo es el de las personas expuestas de forma sistemática generalmente de manera ocupacional y su exposición se da de manera crónica a niveles elevados de mercurio. Otro grupo poblacional importante son las mujeres donde la exposición a sustancias peligrosas aumenta el riesgo de prematuridadxx. Se ha estimado que en los países industrializados un 20 % de la incidencia total de enfermedades puede atribuirse a factores medioambientales 14.

Frente a las experiencias de investigación en salud ambiental y en concreto en mercurio, el Ministerio de Salud y Protección Social ha desarrollado en los últimos años investigaciones en poblaciones vulnerables como la Mojana en convenio con la Universidad Córdoba. En Chocó y otros departamentos se buscó identificar los efectos sobre la salud por exposición a mercurio en departamentos priorizados con presencia de minería aurífera y sus impactosxxi, este último se desarrolló en apoyo con el Instituto Nacional de Salud (INS) y la Universidad de Córdoba (UC), bajo el convenio interadministrativo 407 de 2016.

Colombia así como otros países a nivel mundial, reconoce como una problemática de interés, la afectación del ambiente y la salud por la exposición al mercurio. Dentro de las acciones en respuesta a esta preocupación, se resaltan la aprobación por parte del Congreso de la República, de la Ley 1892 del 11 de mayo de 2018 “Por medio de la cual se aprueba el convenio de Minamata sobre el mercurio, hecho en Kumamoto (Japón) el 10 de octubre de 2013”. Sin embargo, cabe resaltar que los esfuerzos en esta materia vienen realizándose desde el año 2013 con la emisión de la Ley 1658 de 2013 “por medio de la cual se establecen disposiciones para la comercialización y el uso de mercurio en las diferentes actividades industriales del país, se fijan requisitos e incentivos para su reducción y eliminación y se dictan otras disposiciones”. Con estas acciones el país confirma su compromiso de contribuir de manera responsable a la búsqueda de soluciones apropiadas para enfrentar los graves problemas en la salud y el medio ambiente derivados de la producción, uso y disposición de mercurio y de los productos que lo contienen.

Dentro de lo ordenado en la Ley 1658 de 2013, se resalta que en su artículo 8°, se estableció la suscripción de un Plan Único Nacional de Mercurio – PUNHg, dicho Plan fue actualizado y suscrito en agosto de 2018 y estableció en la actividad 3 del programa de Fortalecimiento Institucional, que cada uno de los Ministerios citados en el artículo 8° de la Ley 1658 de 2013, deberá elaborar su Plan de Acción Sectorial en respuesta a los compromisos concertados en el PUNHg; es así como el Ministerio de Salud y Protección Social, elaboró su Plan Sectorial con el cual se busca aportar a la reducción y eliminación progresiva del uso del mercurio en todo el territorio nacional, con el fin de proteger la salud humana y preservar los recursos naturales renovables y el ambiente, de acuerdo con lo establecido en la legislación vigente. Se resalta que uno de los aspectos relevantes contemplados tanto en el Plan Único Nacional de Mercurio – PUNHg, como en

el Plan de Mercurio para el Sector Salud – PHgSS, es el relacionado con la identificación y realización de estudios e investigaciones asociados a la caracterización de riesgos, las afectaciones y la protección de la salud humana por exposición a mercurio, como parte de las actividades de caracterización que permiten visibilizar la problemática alrededor del mercurio y priorizar los territorios para su intervención.

MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

Gran parte del marco teórico y estado del arte se extrajo del protocolo para el Río Atrato sentencia /622 y de las demás investigaciones donde el Ministerio de Salud ha participado.

MERCURIO

El mercurio es un metal pesado presente en la naturaleza, es el único metal líquido a temperatura y presión ambiente, presentándose como un líquido blanco, plateado, que se evapora con facilidad, pudiendo permanecer en la atmósfera durante periodos de tiempo prolongados.

Cuando se libera en el aire, es transportado a grandes distancias, favoreciendo su acumulación incluso en zonas no mineras. Puede provenir de la actividad volcánica, de la erosión de las rocas o de la actividad humana, siendo esta última la principal fuente de las emisiones de mercurio. En última instancia, el mercurio puede acumularse en fuentes hídricas, donde por la acción bacteriana, es transformado en su forma orgánica más tóxica, el metilmercurio, que se puede acumular en el tejido de los peces, mariscos y crustáceos xxii. El mercurio puede ingresar al organismo por inhalación, ingestión o a través de la piel. Por ingestión, los compuestos inorgánicos tienen poca absorción al contrario de los compuestos orgánicos

Los efectos en la salud humana están mediados por la forma química de mercurio. A continuación, se describen los principales efectos en la salud ocasionados por el mercurio elemental y metilmercurio.

Mercurio elemental

- Efectos a nivel del sistema nervioso: produce alteraciones neurológicas como temblores, eretismo, inestabilidad emocional, insomnio, pérdida de memoria, polineuropatía, alteración en pruebas neuroconductuales xxiii,xxiv.
- Efectos a nivel del sistema renal: las concentraciones elevadas de mercurio en sangre están asociadas con la alteración del glomérulo, generando proteinuria macroscópica, hematuria, oliguria y enfermedad renal agudaxxv

Código: A106PR17MO1

Versión: 01

Vigente desde: su liberación en GINA

- Efectos a nivel cardiovascular: dosis elevadas de mercurio elemental están asociadas con la elevación de la presión arterial, la frecuencia cardíaca y palpitaciones (42).
- Efectos a nivel cutáneo: se ha documentado dermatitis de contacto de origen laboral y accidental, “enfermedad rosada” acrodinia (lesiones maculares confluentes rosadas en piel de manos y pies, pueden estar acompañados de zonas de hiper o hipoestecia) (29).
- Efectos a nivel respiratorio: exposiciones agudas a vapores de mercurio en altas concentraciones generan tos y dificultad respiratoria. En casos más complejos neumonitis, edema pulmonar e incluso falla respiratoriaxxvi.

Mercurio orgánico

El metilmercurio es la forma orgánica de mercurio más frecuente encontrada en agua y suelosxxvii. Tiene la propiedad de bioacumularse en la cadena alimenticia acuática, presentando altas concentraciones en peces y mamíferos predadores. Esta vía de exposición es importante en poblaciones cuya seguridad alimentaria depende de productos de mar y río (32).

- Efectos sobre el sistema nervioso: La Organización Mundial de la Salud declaró que «se consideró al desarrollo neurológico el resultado de salud más vulnerable, y a la vida intrauterina, el período de exposición más sensible (44).

La intoxicación por metilmercurio se clasifica en dos formas: aguda y crónica. Las manifestaciones varían dependiendo de la dosisxxviii. En la forma aguda, se han descrito manifestaciones como visión borrosa, disminución de la audición, alteración el gusto y el olfato, ataxia, torpeza en las manos, disartria, alteraciones psiquiátricas y somato sensoriales. Los niños nacidos de madres expuesta a metil mercurio, muestran alteraciones de la corteza cerebral, debido a la alta neurotoxicidad del metil mercurio en el cerebro humano, especialmente el cerebro en desarrollo, debido a la capacidad que tiene el metilmercurio para atravesar la barrera placentaria y hematoencefálicaxxix; esto conlleva a la presentación de retraso mental, alteraciones en el desarrollo del lenguaje, parálisis cerebral, alteraciones en desarrollo de extremidades (44). Los hijos de madres expuestas a dosis altas de MeHg como en la Bahía de Minamata, presentaron un cuadro de espongirosis de la corteza cerebral, manifiesta en alteraciones psicomotoras, discapacidad intelectual, trastornos de la personalidad y convulsiones. En los casos severos se observó aquinesia y mutismo (44). Es importante anotar que en el caso se la Bahía de Minamata, la exposición se presentó ante niveles muy altos del contaminante.

La intoxicación crónica a dosis moderadas se manifiesta principalmente por alteraciones somato sensoriales como parestesias distales en extremidades, alrededor de los labios y alteraciones para percibir presión y temperatura. También se ha documentado la

presencia de ataxia en la marcha y alteraciones en el equilibrio, relacionadas con lesiones por depósito de MeHg en el cerebelo^{xxx}.

Por otro lado, se ha señalado que la exposición crónica a concentraciones bajas de metilmercurio durante el embarazo, está asociado alteraciones en el coeficiente intelectual. Estudios de cohorte realizados en Finlandia, Nueva Zelanda e Islas Feroe, revelan disminuciones entre 0.13 y 0.25 puntos de coeficiente intelectual por cada 1 parte por millón de mercurio en cabello de la madre ^{xxxi}.

De acuerdo a investigaciones realizadas en cohortes de poblaciones en islas Feroe y Nueva Zelanda, la exposición prenatal a mercurio orgánico con concentraciones de metilmercurio en el cabello materno entre los 4,3 y 8,5 µg/g está asociada a alteraciones en el neurodesarrollo de los productos de esos embarazos, tales como déficits en pruebas de atención, motricidad fina, memoria verbal y habilidades visoespaciales⁴³.

- **Efectos Cardiovasculares:** La exposición a metilmercurio de forma crónica está asociado a un mayor riesgo de tener infarto agudo de miocardio, enfermedad cerebrovascular, por alteraciones en el funcionamiento del endotelio¹³. Por otro lado, se ha señalado que el efecto cardio protector generado por los ácidos grasos omega 3 y 5 provenientes de la dieta de pescado se ve atenuado. Estudios realizados en poblaciones rivereñas del Amazonas encontraron que concentraciones de mercurio en el cabello superiores a 10 µg/g se asociaban a un aumento de la presión arterial sistólica (OR: 2,91, IC del 95%: 1,26-7,28).

- **Efectos inmunológicos:** El metilmercurio ha sido señalado como un cofactor asociado al desarrollo de enfermedades autoinmunes y empeoramiento de cuadro de enfermedades infecciosas⁴⁴. Se encontró un aumento de la prevalencia de anticuerpos antinucleares y antinucleolares en poblaciones expuestas a metilmercurio proveniente de explotación minera en el río Amazonas^{xxxii}. Adicionalmente, se encontró una interacción positiva con cuadros clínicos de malaria severa ^{xxxiii}.

Los niños son más sensibles al mercurio que los adultos. El mercurio en el cuerpo de la madre pasa al feto, en donde puede acumularse. También puede pasar al niño a través de la leche materna. Efectos nocivos del mercurio que puede pasar de la madre al feto incluyen daño cerebral, retraso mental, incoordinación, ceguera, convulsiones e incapacidad para hablar. Niños con intoxicación por mercurio pueden desarrollar problemas del sistema nervioso, sistema digestivo y lesiones renales.

Las muestras de sangre y de orina se usan para evaluar la exposición a mercurio metálico y a formas de mercurio inorgánico. Es importante mencionar que el tipo de matriz biológica utilizada como sangre y orina, sirven para detectar una exposición de tipo agudo, mientras que el cabello se utiliza para detectar exposición de forma crónica.

En una serie de estudios de Takahashi y colaboradores determinaron que el mercurio colocado en amalgamas dentales en ratas embarazadas se transfiere a los tejidos

fetalesxxxiv. Principalmente en el hígado fetal y los riñones, donde hubo una correlación positiva entre el mercurio materno y la concentración de mercurio feto (55).

La EPA ha establecido un límite de 2 partes de mercurio por mil millones de partes de agua potable (2 ppm). La FDA ha establecido un nivel permisible máximo de 1 parte de metilmercurio por cada millón de partes de mariscos (1 ppm). La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional de EE. UU. (OSHA, por sus siglas en inglés) ha establecido límites de 0.1 miligramos de mercurio orgánico por metro cúbico de aire (0.1 mg/m³) en el aire del trabajo y 0.05 mg/m³ para vapor de mercurio metálico en jornadas de 8 horas diarias y 40 horas semanalesxxxv.

En el 2014 se realizó un estudio sobre la exposición a mercurio (Hg) y el neurodesarrollo en 294 niños (105 niños y 189 niñas) de Bom Futuro (Rondonia, Brasil), epicentro de una mina a cielo abierto del mineral estaño. Las concentraciones de Hg (HHg) y etilmercurio total se tomaron de los lactantes y de las respectivas madres durante el embarazo. Se evaluó la asociación de las exposiciones prenatales y posnatales de Hg orgánico con las escalas Bayley de Desarrollo Infantil (BSID) de los niños como índice de desarrollo psicomotor y el índice de desarrollo mental a los 6 y 24 Meses de edad, así como los logros de los hitos (edad de caminar y edad de hablar). Encontrándose que en ese ambiente minero, hubo una asociación débil para la exposición prenatal a mercurio, también hubo una diferencia sexual significativa en el neurodesarrollo, con los niños mostrando más sensibilidad relacionada con los retrasos de BSIDxxxvi.

Mercurio en los alimentos

La OMS ha reconocido que a nivel mundial, la principal vía de exposición humana a mercurio es el consumo de pescados y mariscos contaminados con metilmercurio; otros alimentos también representan fuentes de exposición a este metal; sin embargo, a menudo la concentración aportada es inferior al límite de detección, incluso en el agua potable se puede encontrar Hg generalmente en un rango de 0,5-100 ng de Hg por litro de agua (ng Hg/L), con un valor promedio de 25 ng Hg/L. La ingesta procedente del agua potable estimada es de 50 ng de Hg/día (1).

Al liberarse el Hg al ambiente, puede depositarse en los cuerpos de agua, donde ciertas bacterias pueden transformarlo en metilmercurio (CH₃Hg⁺), desde allí entra en la cadena alimenticia acuática a través del plancton que es consumido por peces herbívoros, posteriormente asciende a peces carnívoros, mamíferos marinos y en la parte más alta de la cadena, al hombre. Los mamíferos marinos son las especies que pueden acumular mayormente compuestos de metilmercurio (70-90% o más del total) debido a que este compuesto es persistente y bioacumulable; se han encontrado altos niveles de concentración de metilmercurio en especies depredadoras, de vida prolongada, como el atún, el tiburón y el pez espada. Las concentraciones encontradas en tejidos comestibles de diversas especies de peces abarcan un intervalo entre 0,05 y 1,400 Mg de metilmercurio/kg de peso fresco húmedo. La concentración de metilmercurio en el tejido de los peces obedece a procesos de biomagnificación a través de la cadena alimenticia.

En Colombia, la contaminación de peces por mercurio ha sido estudiada principalmente en la cuenca del río Magdalena y sus afluentes, especialmente en la región de la Mojana, en las ciénagas del sur del departamento de Bolívar y en áreas del Magdalena, los resultados de los estudios realizados muestran que existe una relación directa entre las altas concentraciones en peces con la cercanía a las zonas con influencia directa de vertimientos de aguas de minería aurífera, encontrándose valores críticos en la región de la Mojana y zona del nordeste antioqueño, donde casi todas las muestras presentaron valores superiores al límite máximo de 0,5 Mg de metil mercurio/ de peso fresco húmedo (18).

La ingesta de metilmercurio a través del pescado, depende no sólo del nivel en el mismo, sino también de la frecuencia y la cantidad de pescado que se consume; por esa razón, muchos gobiernos han formulado recomendaciones alimentarias para que la población limite el consumo en los casos en que los niveles de Hg sean elevados. En las recomendaciones sobre el consumo de pescado generalmente se tiene en cuenta: las concentraciones sospechosas, la cantidad de pescado (o conserva de pescado) que se consume y las pautas de consumo.

Con estas consideraciones, las acciones del sector salud se encaminan a la vigilancia y el control de los niveles de mercurio en los alimentos, principalmente en productos de la pesca y en agua de consumo humano. De igual forma, se adelantan acciones de identificación y comunicación de riesgo dirigidas de manera particular a la población vulnerable, con especial énfasis en las mujeres gestantes, niños y población que se encuentren habitando en zonas de mayor contaminación por mercurio, de modo que se desarrollen capacidades en esta población, para que participen en la minimización y prevención de riesgos.

La intoxicación por mercurio

La intoxicación por mercurio se puede presentar por exposición a tres tipos de mercurio; elemental, compuestos inorgánicos de mercurio y compuestos orgánicos de mercurio. Entre los factores que determinan eventuales efectos sobre la salud, así como su gravedad, están: la forma química en que se presente, la dosis de exposición, la edad o el estadio de desarrollo de la persona expuesta (la etapa fetal es la más vulnerable), la duración de la exposición y la vía de exposición (inhalatoria, oral o dérmica). Las mujeres embarazadas o que puedan llegar a estarlo y durante la lactancia y los niños más pequeños son los grupos más vulnerables (9, 10).

El mercurio elemental es volátil a temperatura ambiente, la exposición puede ocurrir en laboratorios, lugares de trabajo (fabricación de cloro-álcali, amalgamas dentales, interruptores electrónicos y lámparas fluorescentes), así como en los hogares (a través de termómetros de Hg rotos). En Colombia, el uso de este tipo de mercurio en la minería para la extracción de oro genera un grave problema medioambiental y de salud pública, siendo la principal vía de intoxicación la ocupacional y la ambiental en poblaciones

expuestas a minería informal. La intoxicación aguda por inhalación puede generar dificultad respiratoria y en la intoxicación crónica se pueden presentar alteraciones a nivel de SNC y periférico como temblores, delirios, pérdida de la memoria y trastornos neurocognitivos (4-9)

El mercurio orgánico tiene una amplia historia toxicológica, principalmente por los efectos que produce a nivel de SNC. Se pueden encontrar comúnmente compuestos alquilmercurio (metil y etil) y fenil-mercurio. El metil mercurio (mercurio orgánico) se relaciona con el consumo, se relaciona con el consumo de alimentos contaminados, principalmente el pescado. El metilmercurio se absorbe cuando la exposición es por vía oral, a través del consumo de pescado, o productos de la pesca contaminados, la absorción en el intestino puede llegar a ser del 95%. El riñón, el hígado, el pelo, y el SNC son los principales sitios de acumulación. La intoxicación aguda puede causar sintomatología a nivel del sistema gastrointestinal y respiratorio, seguido de síntomas neurológicos que incluyen parestesias (especialmente alrededor de la boca), alteración del campo visual, hipoacusia y ataxia. Es importante resaltar que el feto es especialmente vulnerable a los efectos adversos del Hg orgánico, cuya toxicidad puede provocar daño neurológico irreversible (4-10)

El diagnóstico: En Colombia se ha identificado la necesidad de fortalecer el diagnóstico y tratamiento de las intoxicaciones crónicas por mercurio elemental y orgánico, ya que los signos y síntomas tempranos de la intoxicación son fácilmente confundibles con otro tipo de enfermedades, por lo cual se hace necesario que el diagnóstico clínico se acompañe por confirmación de muestras en el laboratorio, en donde se pueda identificar en matrices biológicas tales como sangre, orina y cabello la presencia de mercurio, y de esta forma determinar el tratamiento que se debe suministrar. Entre las dificultades del diagnóstico de la intoxicación por mercurio, se encuentra el alto grado de rotación del personal médico asistencial que trabaja en las zonas donde se presenta la intoxicación, así como la insuficiente capacitación frente al diagnóstico y tratamiento de la intoxicación por este metal e incluso por otro tipo de sustancias.

Adicionalmente, la exposición prolongada a mercurio puede ocasionar enfermedades de crónicas, razón por la cual es necesario garantizar la atención médica integral frente al diagnóstico y tratamiento, no solo de la intoxicación por mercurio, sino también de las patologías crónicas relacionadas con la exposición a este metal.

Contexto General

De acuerdo con la Unidad Administrativa Especial de Gestión de Restitución de Tierras Despojadas (UAEGRTD), debido a que la Agencia Nacional de Tierras (ANT), como autoridad competente en titulación de tierras y territorios para comunidades étnicas, no ha adelantado la titulación del territorio colectivo de Zanjón de Garrapatero, a la fecha no existe área oficial que obedezca a la figura de Tierra de Comunidades Negras (TCN) (ley 70 de 1993 y Decreto 1745 de 1995). No obstante, en términos de la medida cautelar para la protección de los derechos territoriales del Consejo Comunitario Zanjón de Garrapatero, la UAEGRTD ha informado de un polígono preliminar de 636 predios individuales a los

Código: A106PR17MO1

Versión: 01

Vigente desde: su liberación en GINA

que se aspira en el proceso de restitución de derechos territoriales, como identificación geográfica de los predios que componen la comunidadxxxvii.

De otra parte, la Unidad Nacional contra la Minería Ilegal y Antiterrorismo (UNIMIL), de la Dirección de Carabineros y Seguridad Rural, de la Policía Nacional, desde su experiencia operacional en la zona de interés, ha señalado que se ha observado la extracción ilegal de minerales, siendo la del oro la de mayor incidencia e impacto, la cual se realiza mediante la modalidad de socavón (subterráneo), a través del uso de mercurio y de cianurización en plantas de beneficio cuyas condiciones incumplen requisitos de la autoridad ambiental en cuanto a vertimientos y tratamiento. Al respecto, la UNIMIL ha advertido que el alto uso de mercurio ha generado preocupación en las autoridades judiciales del Cauca por su incidencia en la seguridad alimentaria y en las aguas para consumo humano y animal.xxxviii

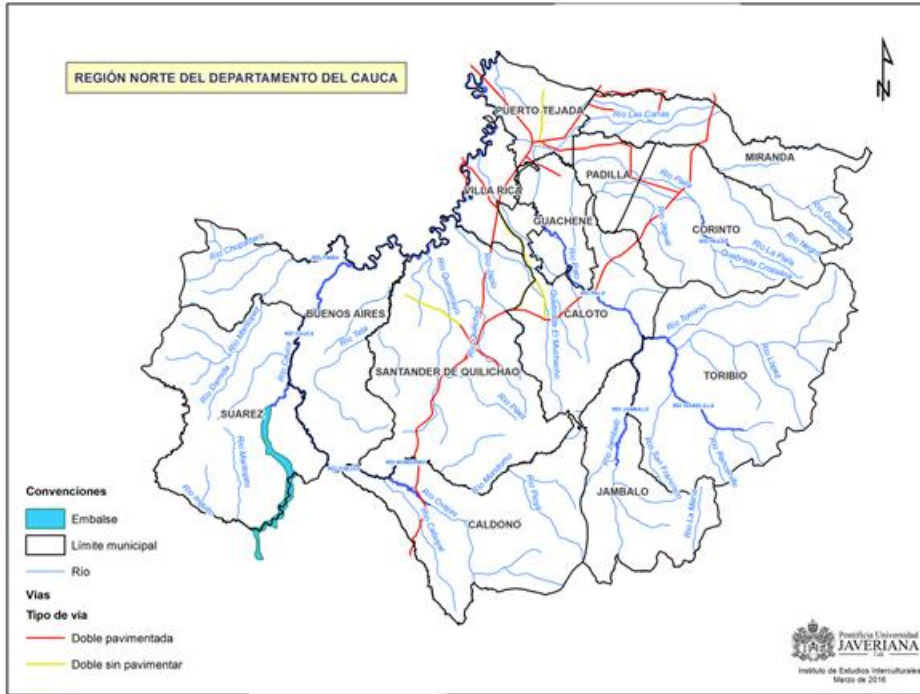
También ha indicado que en menor medida se realiza la minería de arrastre a cielo abierto, mediante la extracción de arenas y gravas de las orillas de los ríos, para uso en construcción, labor realizada por los denominados “paleros”, la cual, aunque no produce el mismo grado de contaminación, genera notable alteración paisajística y, en algunos casos, el desvío de las vertientes acuáticas.

Contexto Geográfico

El Departamento de Cauca está situado en el suroeste del país, entre las regiones andina y pacífica; limita por el Norte con el Departamento del Valle del Cauca, por el Este con los departamentos de Tolima, Huila y Caquetá, por el Sur con Nariño y Putumayo, y por el Oeste con el Océano Pacífico. Se divide en 38 municipios y su economía está basada en la producción agrícola y ganadera, la explotación forestal, la actividad pesquera y el comercio. En la región del Pacífico se extrae oro, plata y platino. Otros minerales no preciosos que se explotan son azufre, asbesto, caliza, talco, yeso y carbón. Los centros de mayor actividad comercial son Popayán, Santander de Quilichao, Patía (El Bordo), Puerto Tejada, Piendamó y Corintoxxxix

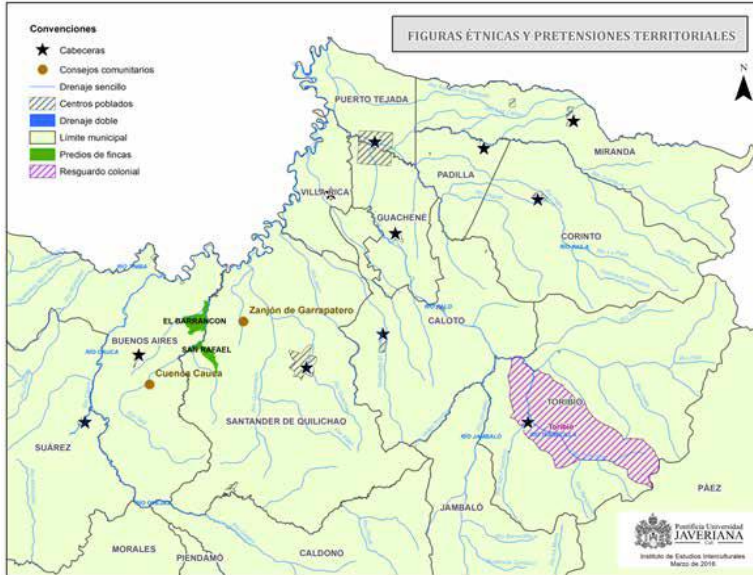
Santander de Quilichao es uno de los principales municipios del departamento y hace parte del norte del mismo con otros 12 municipios (mapa 1) y aunque su económica proviene principalmente del sector agropecuario, donde el café, la caña de azúcar y la yuca son los productos de mayor importancia. En el área pecuaria hay cría de ganado bovino doble propósito y de ganado porcino y hay un sector muy pequeño de explotación minera aurífera (de manera ilegal) que desde el año 2009 ha tenido su auge en diferentes zonas como el Cerro Garrapatero (vereda El Palmar) habitada en su mayoría por afro descendientes y el Cerro de Munchique, con influencia indígena. Esto ha llevado a que el municipio de Santander de Quilichao presente una grave situación ambiental y social en zonas de gran importancia cultural, ambiental y ancestral para los diferentes cabildos indígenas que habitan estos territorios².

Mapa 1. Municipios que hacen parte del norte del Cauca – incluye Santander de Quilichao



Ahora bien, dentro del municipio de Santander de Quilichao y acorde a procesos de recuperación de identidad étnica, donde se encuentran diversos grupos étnicos interactuando (mapa 2), se constituyó el CONSEJO COMUNITARIO ZANJON DE GARRAPATERO, siendo un sujeto colectivo de comunidades negras ubicado ancestralmente en los valles inter andinos, al sur occidente del Municipio de SANTANDER DE QUILICHAO, CAUCA. Cuenta con una población de 2.132 personas y está conformado por las comunidades o veredas El Palmar, Santa Lucía, Mazamorrero, La Toma, Alto Palmar y San Francisco Bajo.

Mapa 2. Figuras étnicas y colectivos establecidos en el norte del Cauca



Fuente. Minería Ilegal Santander de Quilichao, Colombia disponible: <https://ejatlas.org/conflict/mineria-ilegal-santander-de-quilichao-colombia>. Acceso 19 julio de 2018

De acuerdo con el investigador Rigoberto Banguero, el territorio poblado por las comunidades negras a partir del siglo XVII Y XIX, convirtiéndose en lugar de emplazamiento de negros cimarrones, quienes fueron construyendo su propia espacialidad y quienes a través del parentesco se fueron consolidando en un sistema familiar que hoy se puede evidenciar a través de los onomásticos o apellidos africanos que perviven en las localidades, Carballi, Mendinga, Casaran, Lucumi, Mina , Terranova, Balanta, Angola POPP , cuyos ancestros se dedicaron a la explotación del oro en aluvión y a la agricultura dentro de los lugares que poseyeron huyendo de la esclavitud.

Acorde a procesos de recuperación de identidad étnica, se constituye el Consejo Comunitario Zanjón De Garrapatero el 15 de diciembre del 2008, mediante asamblea, registrado en la secretaria de Gobierno Paz y convivencia ciudadana del municipio de Santander de Quilichao el 2 de abril del 2013, e inscrito en el registro único de Consejos comunitarios de comunidades negras del Ministerio del Interior, mediante Resolución N° 121 del 21 de septiembre de 2013, y se presentó la solicitud de titulación colectiva ante el INCODER, el 11 de septiembre de 2013.

El territorio ancestral de las comunidades negras del Consejo Comunitario Zanjón de Garrapatero cuenta con una extensión aproximada de 5.136 hectáreas, con identificación de linderos claramente delimitada en la solicitud de medida cautelar.

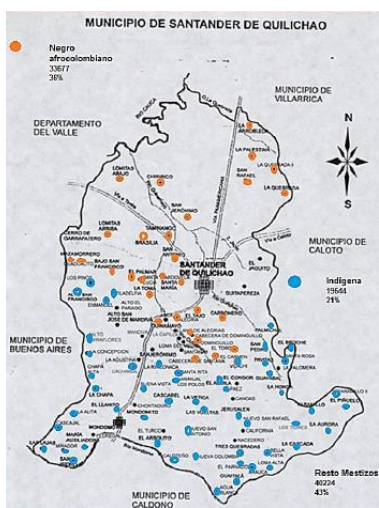
Se resume el trámite de la titulación colectiva que fue solicitada en el mes de septiembre del 2013, y que luego de varias etapas procesales, la lentitud del mismo, la dilación de una solicitud que más que un proceso de titulación colectiva es el reconocimiento de derechos territoriales ancestrales, hoy no se conoce, por parte de la AGENCIA NACIONAL DE TIERRAS los resultados o conclusiones del estudio socioeconómico, jurídico y de tenencia de tierras, visita que realizó la AGENCIA NACIONAL DE TIERRAS del 1 al 3 de Diciembre de 2016.

Igualmente se da a conocer la situación jurídica del predio SAN RAFAEL, que está distribuido en dos predios, con certificado de tradición independientes, San Rafael 1 hoy jurídicamente a nombre del cabildo indígena del resguardo de Toribio, este predio fue adjudicado a los indígenas pese a que la ocupación y explotación la realizaba la comunidad Afro Colombiana perteneciente al Consejo Comunitario Zanjón de Garrapatero, ello genero un conflicto inter étnico, incluso con situaciones violentas, que culmino en conciliación y entrega simbólica del predio a favor del Consejo comunitario, donación que no se ha legalizado, o formalizado; San Rafael 2 está a nombre del Consejo comunitario de la Cuenca del Rio Cauca y las Microcuencas Rio Teta y Mazamorrero

Frente a las afectaciones territoriales se menciona: Se puede evidenciar que el territorio de las comunidades negras del Consejo Comunitario Zanjón de Garrapatero ha habido presencia permanente de actores armados y minería ilegal, ejerciendo incluso el control territorial, con toques de queda, retenes en las vías e incluso homicidios a integrantes de la comunidad y amenazas a los líderes que siempre han buscado la defensa de su territorio, tanto ambiental como en seguridad. Ello los lleva a un confinamiento, la imposibilidad de movilizarse y la limitación al uso del territorio como es su costumbre.

Este estudio está enmarcado en una zona del norte del departamento del Cauca, como se ilustra en el mapa 3

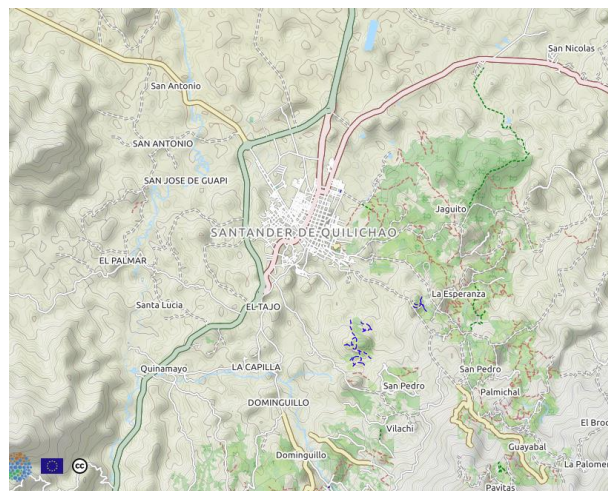
Mapa 3. Ubicación de poblaciones indígenas y de zona del Zanjón de Garrapatero



Código: A106PR17MO1

Versión: 01

Vigente desde: su liberación en GINA



Fuente. <https://ejatlas.org/conflict/mineria-ilegal-santander-de-quilichao-colombia2>

Contexto nacional en investigaciones del tema

El Ministerio de Salud y Protección Social y el Instituto Nacional de Salud han realizado estudios que permitieron tener un contexto más claro frente al comportamiento de la exposición a contaminantes ambientales, en particular del mercurio.

De manera concreta en el 2016 el Ministerio de Salud y Protección Social (MSPS), el Instituto Nacional de Salud (INS) y la Universidad de Córdoba (UC), desarrollaron un estudio bajo el convenio interadministrativo 407 de 2016, que tuvo como objeto identificar los efectos sobre la salud por exposición a mercurio en departamentos priorizados, con presencia de minería aurífera y sus impactos, incluyendo entre sus hallazgos, el Departamento del Chocó. Se encontró que el tiempo promedio de exposición a mercurio en sus labores fue de 18 años y el tiempo promedio de uso de 4 años.

En municipios como Acandí, Carmen de Darién, Quibdó, Río Quito, Río Sucio, Tado y Medio San Juan, se encontró una media de mercurio total superior a los niveles permisibles para exposición ambiental, en cualquiera de las tres matrices biológicas evaluadas (sangre, orina y cabello). El 47,3 % (519) de las personas cumplieron con la definición de caso de persona intoxicada con mercurio establecida por el INS.

A partir del enfoque de género con base a metodologías cualitativas se lograron percibir y comprender las preocupaciones y experiencias de mujeres y hombres frente a la minería. En materia de salud, la minería es percibida como una de las principales causas de afectación de la salud de la población chocoana, causante de enfermedades como el cáncer, el deterioro de órganos, alteraciones en el sistema nervioso, malformaciones fetales, intoxicación y muerte. Esto relacionado a la generación de residuos producidos por la industria minera, así como la utilización del mercurio.

Por otra parte, Olivero y Cols en el 2016^{xl}, evaluaron el estado de contaminación por mercurio (Hg) en el Chocó, a través del análisis de diversas matrices: cabello humano, pescado y sedimentos (lodos) de cuerpos de agua y reportaron medias de las concentraciones de mercurio total (Hg-t) en cabello de 6,72 ppm y 0,87 ppm, para Quibdó y Paimadó, respectivamente. Concentraciones de Hg-t en músculo de pescado por encima del límite permisible en especies ícticas como quicharo, doncella, barbudo, bagre sapo y beringo. En cuanto a las muestras de sedimentos de diferentes sitios del Río Atrato, estas mostraron bajos niveles de Hg, con muy poca variabilidad entre puntos de muestreo. Las concentraciones más altas de Hg-t (>0.10 ppm) en sedimentos fueron encontradas en la desembocadura del Río Quito, en el Río Puné y en el Río Atrato.

A igual que el panorama anterior el siguiente contexto, toma insumos aportados por los trabajos interinstitucionales que le ministerio a realizado, principalmente con el INS. Aquí

Código: A106PR17MO1

Versión: 01

Vigente desde: su liberación en GINA

se describen el contexto minero y un breve desarrollo acerca del mercurio como sustancia de interés en este protocolo.

Contexto minero

La actividad de minería se relaciona con los trabajos encaminados a la obtención y al tratamiento de minerales que presentan interés económico en un yacimiento o una roca asociada. En la práctica, el término incluye las operaciones a cielo abierto, canteras, dragado aluvial y operaciones combinadas que incluyen el tratamiento y la transformación bajo tierra o en superficie^{xi}.

La minería a pequeña escala, de manera artesanal, es un oficio que se ha desarrollado durante varias décadas alrededor del mundo, principalmente en países en vía de desarrollo, usualmente caracterizada por uso mínimo de maquinaria y tecnología, aplicando técnicas simples que requieren de un mayor esfuerzo físico de quienes realizan esta labor (30). Cerca de 100 millones de personas, incluyendo trabajadores y sus familias dependen de la minería artesanal en comparación con cerca de 7 millones de personas en todo el mundo en la industria minera. La minería artesanal de carácter informal y no mecanizada generalmente resulta en una baja productividad, pero representa un medio de vida importante y fuente de ingresos para la población local afectada por la pobreza, asegurando la existencia de millones de familias en zonas rurales de países en desarrollo^{xii}.

En Colombia, la minería a pequeña escala se desarrolla de tres maneras diferentes: la minería aluvial, la minería de veta y la minería de subsistencia. La minería aluvial se realiza mediante dragas y retroexcavadoras que extraen y remueven el material de los lechos de los ríos y de zonas aledañas. La minería de veta se basa en la explotación de venas de cuarzo mineralizadas, las cuales son procesadas en sus propias plantas o en las de terceros, llevando el material extraído en el túnel a las plantas para ser triturado y posteriormente molido. La minería de subsistencia utiliza pequeñas cacerolas transportables, cohetes y acequias, sin restricciones legales para trabajar en los ríos y llanuras aluviales cercanas a otros proyectos mineros de mayor envergadura como sucede en el Departamento de Santander^{xiii}.

Aunque existen en el país diversos focos mineros para varios tipos de metales o minerales, la minería artesanal para la extracción de oro se ha convertido en un problema de salud pública debido a la elevada contaminación ambiental en las áreas de explotación aurífera y a los efectos tóxicos que tiene el mercurio sobre la salud de quienes se encuentran expuestos a él (32,^{xiv})

Por tanto, Colombia no es un país ajeno a la problemática que representa la minería artesanal. Para el año 2013 se encontró que el 87% de las minas no tenían título minero, solo 3% tenían licencia ambiental y que los mineros prefieren el uso de mercurio por ser el método más fácil, rápido y económico para el desarrollo de su actividad laboral^{xlv}. Adicionalmente, la minería ha generado, bien sea por uso o remoción de suelos, la

exposición a diversas sustancias químicas que afectan la salud de la población. Factores como la dosis (la cantidad), la duración (por cuánto tiempo) y la manera como se entra en contacto con esta sustancia, incide en el grado de exposición y en la afectación en la salud; así mismo, la edad, el sexo, la dieta, las características personales, el estilo de vida y la condición de salud^{xlvi,xlvii}.

Se ha detectado que no solo el mercurio puede afectar la salud, otras sustancias químicas (metales como cadmio, cromo, arsénico, plomo, zinc, entre otros), que también se encuentran en estado natural en la corteza terrestre, pueden estar en los cuerpos de agua, producto de la remoción de los suelos en las actividades de extracción de oro en esta región y pueden estar relacionados con muchas enfermedades crónicas (37).

Minería informal de extracción de oro y mercurio

En cuanto a las emisiones de mercurio en zonas con actividad de minería informal para la extracción de oro, la inhalación de vapores de mercurio se puede considerar como la principal fuente de exposición. Se ha identificado que los vapores de mercurio son fácilmente absorbidos en el pulmón (80%), rápidamente se difunde a través de la barrera alvéolo capilar y se distribuye a todos los tejidos del cuerpo. La intoxicación aguda por inhalación puede generar dificultad respiratoria y en la intoxicación crónica se pueden presentar alteraciones a nivel de SNC y periférico, tales como temblores, delirios, pérdida de la memoria y trastornos neurocognitivos (10).

Una de las principales preocupaciones del sector salud, en consideración a los riesgos de exposición a mercurio y los efectos en salud que se generan, es la actividad económica informal de minería de oro a pequeña y mediana escala. El mercurio es utilizado por la población minera esencialmente en los procesos de beneficio para la recuperación de oro, generando riesgos a la población ocupacionalmente expuesta en razón a prácticas de manipulación inadecuadas; sin embargo, preocupan también los riesgos asociados a la exposición a ambientes y alimentos contaminados por parte de la población residente en dichas áreas.

Los problemas que enfrenta el país en torno a esta actividad, de forma general, son numerosos y disímiles. El Censo Minero departamental generado entre 2010 y 2011 por el Ministerio de Minas y Energía indica que el 63% de las actividades mineras del país trabajan sin el cumplimiento de los requisitos legales; esto quiere decir, sin título minero o bajo su amparo y sin instrumento ambiental aprobado. Particularmente, el censo indica que de 4.133 unidades de producción minera de oro, el 86.7% (3.584 UPM) labora sin el correspondiente título minero (ilegales) y tan solo el 13.3% (549 UPM) lo hace de manera legal. Asimismo, muestra que en cada uno de los departamentos productores este rango varía hasta alcanzar un 83 % de actividades sin el cumplimiento de los requisitos legales. Esta situación genera desde el inicio de la actividad una condición de informalidad que no le permite al minero realizar sus labores amparados por la institucionalidad y percibir los beneficios de ella, y por el contrario, lo hace acostumbrarse a la informalidad.
xlvi

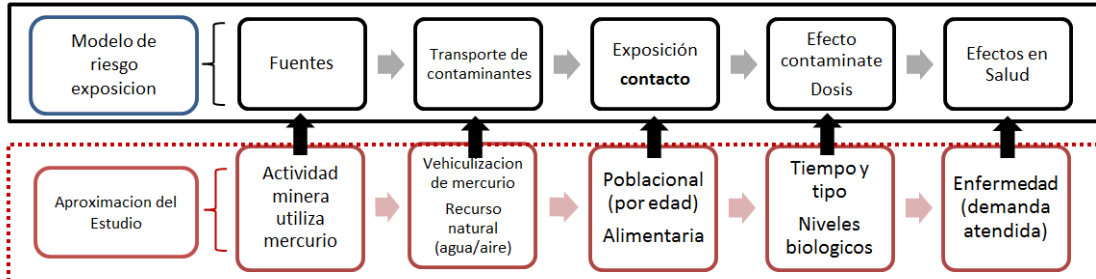
Todo esto, incrementa el riesgo de exposición a mercurio de la población general, en especial en las áreas de influencia donde se desarrollan las actividades de minería informal y frente a los trabajadores informales, representando que en muchos casos no cuenten con aseguramiento al Sistema General de Seguridad Social en Salud, ni al Sistema General de Riesgos Laborales; por tanto carecen de dotación de elementos de protección personal para desarrollar su actividad y de orientación frente al uso seguro del mercurio; haciéndolos más vulnerables a la presencia de enfermedades y accidentes de tipo laboral, así como a las intoxicaciones por mercurio, debido a que no se encuentran sujetos a un Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo – SST que permita minimizar la exposición a este metal.

Modelo conceptual del estudio

El referente conceptual para este estudio es una aproximación desde el modelo fuerzas impulsoras - presión - estado - exposición - efecto - acción (FPEEEA), modelo desarrollado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) que busca identificar los componentes relacionados con la exposición y los efectos. Integrando métodos de evaluación toxicológica, epidemiológica y ambiental, con el objetivo reunir indicadores que monitoreen el efecto de los cambios ambientales sobre la salud de la población (xlix). Este modelo busca aportar conocimiento a la salud pública sobre la relación ambiente y salud, fundamentado en la evidencia entre las fuentes de contaminación y sus efectos en la salud.

Los componentes del FPEEEA, ajustados para este análisis se desagregan en: i. Fuentes, ii. Transporte de contaminantes, iii. Exposición, iv. Dosis – efecto contaminante, que llevan a un quinto elemento, efecto en salud (Figura 1). Estos componentes que en su origen son independientes se relacionan entre sí, de forma teórica, de esta manera la hipótesis del modelo es que los efectos en la salud debidos a la contaminación del ambiente son el resultado de una cadena de eventos que incluyen la liberación del contaminante, su transporte, el contacto (exposición) con un hospedero, el alcanzar una concentración en los tejidos (dosis). Se realizará la recolección de información teniendo en cuenta estos parámetros del modelo.

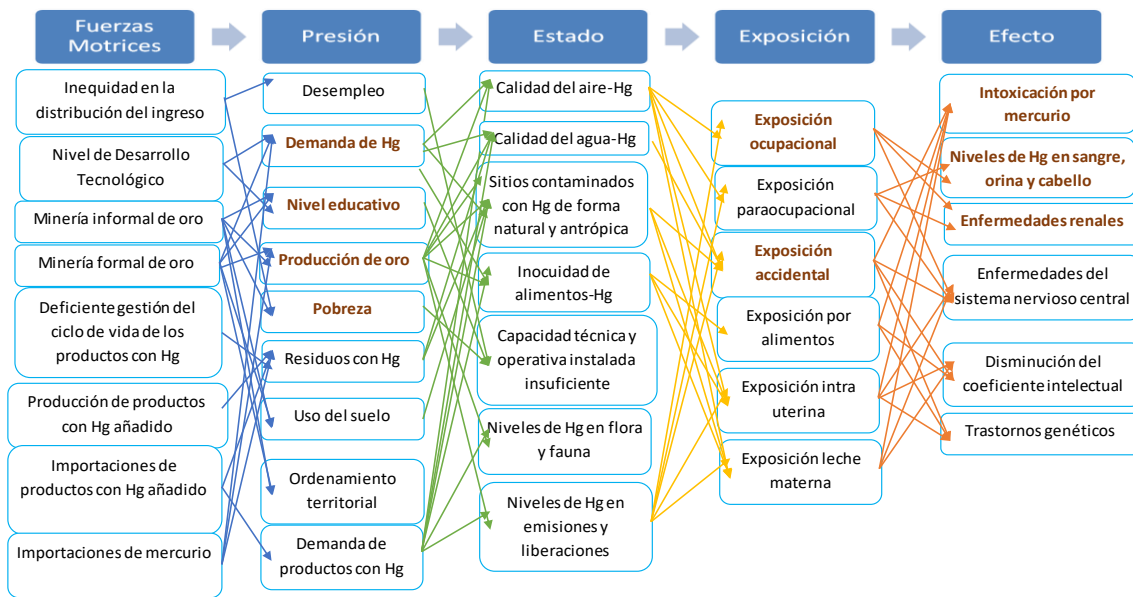
Figura 1. Modelo Ajustado para análisis Zanjón de Garrapatero



Fuente: Modelo ajustado por autores

Del mismo modo la Subdirección de Salud Ambiental ha venido trabajando a través de la aproximación a la evaluación de determinantes estructurales, intermedios y proximales, en las zonas afectadas en donde la inequidad en la distribución del ingreso, la minería de oro, la producción de productos con mercurio, entre otros, se comportan como fuerzas motrices; generando presiones como la pobreza, el nivel educativo la producción de oro y la demanda de mercurio; lo anterior conlleva a la contaminación del aire, agua, suelo, alimentos, por mencionar algunos determinantes; en consecuencia, se presentan exposiciones ocupacionales, para-ocupacionales, accidentales, por consumo de alimentos contaminados con mercurio, intrauterina y por consumo de leche materna; finalmente esas exposiciones pueden conllevar a la presencia de niveles de mercurio en sangre, orina y cabello que superan los valores de referencia, intoxicaciones por mercurio y enfermedades crónicas (figura 2).

Figura 2. Modelo de fuerzas motrices para mercurio



-Fuente: Subdirección de Salud Ambiental - MSPS.¹

- **Objetivo General:**

Evaluar la exposición a vertimientos contaminados con mercurio producto de la minería y su posible relación con efectos en la salud de la población vulnerable del territorio colectivo Zanjón de Garrapatero.

- **Objetivos específicos:**

- Describir las condiciones demográficas y socio económicas de la población objeto de estudio.
- Caracterizar los niveles de mercurio presentes en matrices ambientales (agua, suelo y pescado).
- Determinar los niveles de mercurio en matrices biológicas (cabello, sangre, orina).
- Establecer las condiciones de salud de la población de estudio, haciendo énfasis en la identificación de signos y síntomas posiblemente relacionadas con la exposición mercurio.

- Establecer posibles relaciones entre las condiciones sociales, ambientales y sanitarias con los hallazgos clínicos y los resultados de los niveles de mercurio en biomarcadores de exposición.

- **Metodología:**

Diseño del Estudio

Para el cumplimiento de los objetivos planteados se propone realizar un estudio de tipo Observacional descriptivo de corte transversal.

Área de Estudio

El área de estudio está circunscrita por las veredas El Palmar, Santa Lucía, Mazamorrero, La Toma, Alto palmar y San Francisco Bajo, en los valles inter andinos, al sur occidente del Municipio de Santander de Quilichao Cauca, en los cuales se ha ubicado ancestralmente el Consejo comunitario ZANJON DE GARRAPATERO.

Población de Estudio

El estudio está dirigido a la población perteneciente al Consejo comunitario ZANJON DE GARRAPATERO los cuales según fuentes municipales son alrededor de 2132 individuos, de esto se identificará tres grupos poblacionales específicos que se consideran en condición de vulnerabilidad: Niños y niñas (< 5 años); ancianos y ancianas (>60 años) y embarazadas.

Para la muestra del estudio y como se desconoce la distribución demográfica de la población perteneciente al Consejo comunitario ZANJON DE GARRAPATERO, se realizaron ejercicios de estimación demográfica con base en el comportamiento del Municipio de Santander de Quilichao y con ello poder estimar el número aproximado de niños, personas adultas mayores y embarazadas del Colectivo. De esta manera y según lo expuesto de las 2132 personas que hacen parte del Colectivo se espera que de estos el 10% (213) sean menores de 5 años, 11% pertenezcan a la población adulta mayor y 35 % mujeres en edad fértil, asumiendo una tasa de natalidad del municipio de 16, se esperarían alrededor de 119 mujeres embarazadas al año.

Para la caracterización de la población a través de encuesta y según cálculos y proyecciones se espera que la población vulnerable de la zona sea alrededor de 566 entre niños, embarazadas y personas adultas mayores. Se debe tomar una muestra representativa y probabilística de la población para la caracterización de la exposición, determinantes sociales y perfil en salud de esta población. Los ejercicios muestrales se describen en la tabla 1 según nivel de confianza con una frecuencia esperada del 50% de

cualquier evento relacionado con mercurio, con unidad de muestreo y de análisis son los individuos se plantea para un poder del 80% y un máximo de error permitido del 10%. Es importante considerar que una vez se conozca el comportamiento demográfico del Colectivo se debe tomar este como marco muestral y se debe hacer de nuevo el cálculo del tamaño de la muestra. Las embarazadas serán de inclusión forzosa y los dos grupos restantes al tener el marco muestral se puede hacer una selección probabilística por grupos.

Tabla 1. Ejercicio tamaño muestral

Nivel de confianza	Tamaño de muestra	Niños menores de 5 años	Embarazadas	Personas Adulto mayor
90	254	66	119	68
95	274	76		79
99	310	94		97

Proceso para la obtención de las personas a incluir en el estudio: Con el apoyo de la Secretaria de Salud municipal y departamental y las autoridades ambientales regionales, se identificarán las áreas y lugares en los cuales se realiza la extracción de oro; en dichas áreas se informará acerca de la realización del presente estudio, explicando sus objetivos y características, con el fin de lograr el propósito ya mencionado.

Criterios de Inclusión y Exclusión

Inclusión

- Cualquier persona perteneciente a la comunidad de Zanjón de Garrapatero, con tiempo de residencia mínimo de seis meses en el área de estudio, previo a la toma de muestras biológicas.

Exclusión

- Personas que no firmen el consentimiento informado.
- Personas con discapacidad cognitiva.

Identificación de Variables

El estudio incorpora la recolección de datos primarios y secundarios para las siguientes variables:

- Demográficas y socioeconómicas: edad, sexo, nivel de educación, tipo afiliación al SGSSS, ubicación geográfica, tiempo de residencia, pertenencia étnica, estrato socioeconómico.

Código: A106PR17MO1

Versión: 01

Vigente desde: su liberación en GINA

- Condiciones de la vivienda y el entorno.
- Hábitos alimenticios: consumo de agua y pescado (especie y frecuencia).
- De exposición: oficio actual, tiempo en el oficio, cantidad promedio de uso de mercurio (ml o kg), frecuencia de exposición, tiempo diario de exposición, tiempo de exposición directa e indirecta, años o meses de exposición, uso de protección personal, niveles de mercurio en agua y suelo.
- Antecedentes toxicológicos, patológicos, gineco-obstétricos
- Clínicas: peso, altura, IMC, así como signos y síntomas compatibles con intoxicación crónica y aguda por mercurio.
- Biológicas: niveles de mercurio en sangre, cabello y orina.

Recolección de Información

Instrumentos de recolección en campo: Se utilizarán dos instrumentos que permitan la recolección de información de las variables de interés a saber: mediante formularios de captura tipo encuestas

Instrumento 1. Caracterización sociodemográfica y del entorno

- Información socioeconómicas y demográficas.
- Condiciones de exposición ocupacional y extra ocupacional.
- Características de la vivienda y hábitos de consumo.

Instrumento 2. Evaluación médica

- Antecedentes toxicológicos, patológicos, gineco-obstétricos.
- Evaluación de síntomas.
- Exámenes físico completo con énfasis en sistema neurológico.
- Resultados de biomarcadores de exposición.

El instrumento 1 será aplicado por un equipo conformado por técnico en saneamiento o auxiliar de enfermería, mientras que el instrumento 2 será aplicado por médicos generales previamente capacitados. En ambos casos, se realizará una inducción o entrenamiento por parte de los profesionales definidos de acuerdo con los perfiles y roles del equipo ejecutor del proyecto.

Prueba Piloto de los instrumentos de recolección: La prueba piloto se realizará al 10 % de la muestra de la población ubicada en una vereda diferente a las señaladas en el área de estudio, con el objeto de evaluar los instrumentos para captura de información, ajustar tiempos y logística del trabajo de campo.

Interpretación de Resultados

- **Evaluación de la exposición**

Se tendrán en cuenta fuentes primarias de información, mediante el uso del instrumento de caracterización socio demográfica y del entorno, con énfasis en factores de exposición ocupacional y extra ocupacional, prácticas de higiene y seguridad, hábitos de consumo de productos de la pesca, fuentes de abastecimiento de agua potable, ubicación geográfica de las actividades de minería y sus vertimientos, así como ubicación, características y distancia de la vivienda a los vertimientos, ente otros.

Se tendrán en cuenta como fuentes secundarias de información los datos de los análisis físico -químicos (énfasis en mercurio) y microbiológicos de las fuentes hidrográficas y de los suelos en la zona de interés, así como las demás medidas de carácter diagnóstico, que debe realizar la Corporación Autónoma Regional del Cauca, de acuerdo con la orden quinta del Auto No. 22 del Juzgado Primero Civil del Circuito Especializado en Restitución de Tierras de Popayán.

- Evaluación de las condiciones de salud

La evaluación de condiciones de salud se efectuará a través de la evaluación médica, y el uso de biomarcadores de exposición.

La evaluación médica comprende la identificación de antecedentes patológicos, toxicológicos y gineco-obstétricos. Adicionalmente, se realizará un examen físico completo con énfasis en sistema neurológico. Esta evaluación se enfocará en la identificación de antecedentes y hallazgos clínicos posiblemente relacionados con la exposición a mercurio. El énfasis implica la participación de médico general, con previa capacitación médico toxicólogo y médico neurólogo.

De otra parte, la toma de muestras biológicas para la determinación de mercurio elemental, inorgánico y orgánico permite identificar la exposición de forma aguda y crónica en la población de estudio. Las matrices biológicas a considerar son sangre y orina para exposición aguda (eliminación renal del mercurio elemental e inorgánico) y cabello como matriz de exposición crónica (acumulación de mercurio orgánico en tegumentos).

Lo anterior (evaluación médica y los resultados de biomarcadores) son necesarios para establecer la definición de caso para intoxicación por mercurio, según se muestra a continuación:

Persona residente en el área, con antecedentes de exposición a mercurio o de una alta frecuencia de consumo de pescado del área de estudio, que presente uno o más síntomas evaluados tales como: temblor, sabor metálico, alteraciones de la memoria, alteraciones del ánimo como depresión, así como insomnio, salivación excesiva, cefalea, asociados a la presencia de niveles de laboratorio mayores a los permisibles en una de las muestras biológicas tomadas ($> 7 \mu\text{g/L}$ en orina, ó $>5 \mu\text{g/L}$ en sangre total, ó $> 1 \mu\text{g/g}$ de cabello) (Instituto Nacional de Salud (INS), 2016).

Protocolo para la toma y procesamiento de muestras biológicas

El protocolo para la toma y procesamiento de las muestras se describe a continuación

A cada participante, previa explicación de los procedimientos y firma del consentimiento informado, se le tomará una muestra de sangre venosa y se le solicitará una muestra de orina; así mismo, se le tomará una muestra de cabello (región occipital del cuero cabelludo). La toma de estas muestras estará a cargo de auxiliares de enfermería que participen en el estudio y serán procesadas mediante técnicas validadas. Una vez procesadas, los resultados se registrarán en la respectiva encuesta de cada individuo.

Sangre: A cada individuo se le recolectará una muestra de 10 mL de sangre por venopunción en tubos que contengan como anticoagulante heparina o EDTA. Esta muestra deberá ser refrigerada hasta su análisis.

Orina: Se recolectará orina de una micción (aproximadamente 50 mL), en frascos de polipropileno con tapa rosca, una vez tomada la muestra deberá permanecer refrigerada hasta su procesamiento y análisis.

Cabello: Las muestras de cabello deberán ser obtenidas del área occipital de la cabeza y deberán incluir por lo menos 20 hilos de cabello con una longitud promedio de 1,0 cm (aproximadamente 10 mg en total) cortado con tijeras a la raíz del cabello. Se debe sujetar la muestra con una cinta adhesiva de tal forma que se pueda identificar la parte de la raíz del cabello y colocar la muestra en bolsas de polietileno almacenándolas a temperatura ambiente.

En la tabla 4 se citan los valores de referencia para mercurio teniendo en cuenta la matriz biológica

Tabla 4. Valores de referencia para mercurio de acuerdo a la matriz biológica de evaluación

Valores de referencia para la determinación de mercurio				
Matriz	Expuesto ocupacionalmente	Unidad de medida	Expuesto ambientalmente	Unidad de medida
Orina	25	microgramos/l	7	microgramos/l
Sangre	15	microgramos/l	5	microgramos/l
Cabello	5	microgramos/g	2	microgramos/g

Fuente: WHO et al, 2008

Administración de los Datos

Para cada uno de los componentes del estudio se escribirán Procedimientos Operativos Estandarizados (POE), con el fin de estandarizar las actividades de recolección de

Código: A106PR17MO1

Versión: 01

Vigente desde: su liberación en GINA

información. Estos POE constituirán el manual de operaciones del estudio, y serán la guía de su implementación, para asegurar la replicabilidad y validez de los resultados

Durante el proceso de recolección se realizará revisión de las formas diligenciadas en campo por supervisores del trabajo. Estos supervisores identificarán posibles errores o inconsistencias en terreno y tomarán las decisiones correspondientes para completar o corregir la información de las fuentes de los datos.

Todas las formas utilizadas para recolección de datos de tipo ambiental y de salud serán diligenciadas y firmadas por miembros del equipo, almacenadas en carpetas y mantenidas en sitio seguro. Se construirán bases de datos para el ingreso de la información. La información se manejará de manera confidencial, y en ninguno de los registros podrá identificarse los individuos que participen. El estudio se ajustará, en ese sentido, a los principios de ética en investigación.

Análisis estadístico

La información será sistematizada en una base de datos en Excel y archivos planos para su análisis utilizando un paquete de análisis estadístico.

A nivel general se observarán las distribuciones de frecuencia de cada variable usando media, mediana, desviación estándar y se elaboraran tablas agrupadas para las mismas frecuencias. Para el análisis de tipo univariado obteniendo el comportamiento de las mismas; la prueba de normalidad que se utilizara será Shapiro-Wilk, con la cual se establecerá el comportamiento normal de las variables y la necesidad de utilizar pruebas paramétricas o no paramétricas. Se establecerá un nivel de significancia de 0,05 e intervalos de confianza del 95%.

Se realizará un análisis bivariado mediante la utilización de las pruebas estadísticas correspondientes. Los datos disponibles de los resultados de análisis de las muestras ambientales y de otras variables de exposición se compararán con las mediciones de los biomarcadores en sangre, orina, cabello y con los resultados de las evaluaciones médicas con el fin de establecer diferencias estadísticamente significativas entre los grupos poblacionales de exposición.

- **Resultados esperados de la investigación:**

La información que se obtendrá en este estudio permitirá contar con evidencia poblacional del estado de salud de los habitantes (Niños, embarazadas y personas adultas mayores) del Territorio COLECTIVO ZANJON DE GARRAPATERO y su posible relación con la exposición a vertimientos contaminantes producto de la minería.

- **Productos esperados de la investigación:**

Fase I o Fase de diseño

Código: A106PR17MO1

Versión: 01

Vigente desde: su liberación en GINA

Producto 1. Documento que contenga el protocolo ajustado.

Producto 2. Documento con el informe de resultados de la prueba piloto que considere al menos los siguientes aspectos:

- Evaluación y recomendaciones frente a la logística para la selección de muestra.
- Evaluación y recomendaciones frente a la logística para la realización de rendimientos del trabajo de campo.

Producto 3. Documento que dé cuenta del entrenamiento para el operativo de campo: como soporte debe entregarse el documento que dé cuenta de los resultados de los siguientes productos:

- Entrenamiento del talento humano previo a la salida de trabajo de campo, que contenga como mínimo los siguientes aspectos: contenidos de la capacitación, horas efectivas de la capacitación de cada rol, análisis de la estandarización generada con el proceso, para la aplicación de los instrumentos y manuales y análisis de las dificultades presentadas durante el ejercicio y propuestas de solución.
- Actividades administrativas logísticas realizadas para el desplazamiento de los equipos de campo (supervisor y encuestadores) a las diferentes áreas con el organigrama, flujograma y rutas finales del trabajo de campo, registrando las novedades en la conformación y desempeño de los equipos de campo.

Fase II o Fase de Operativo de Campo

Producto 1. Documento que dé cuenta de los resultados del Operativo de campo, como soporte debe entregarse el documento que dé cuenta de los resultados de los siguientes productos:

- Listados de municipios con los segmentos de muestra donde se recolectó la información.
- Cartografía utilizada en los municipios seleccionados para la recolección de la información.
- Formularios diligenciados en medio físico debidamente ordenados, empacados de forma separada por municipio, y debidamente rotulados para identificar los municipios, la región, la zona y los equipos de campo responsables de la información.
- Descripción y análisis de los hallazgos encontrados durante las actividades de control interno de la calidad y las soluciones implementadas.
- Análisis de la cobertura real obtenida a nivel de segmento, municipio, subregión, región y país.

- Análisis de las dificultades presentadas durante el operativo de campo para la recolección de la información y de las decisiones tomadas con relación a ellas, especialmente en lo que se relaciona a ubicación de equipos de trabajo para la realización del operativo entre otros.
- Análisis de los resultados de la supervisión y los controles de calidad de la información recolectada en campo debidamente sistematizada.
- Informes de supervisión por equipos y rutas operativas previamente establecidas.
- Consolidado de los reportes de seguimiento y control del operativo de campo.
- Consolidado de los informes de supervisión técnica en campo.
- Documento técnico con el cálculo de factores de expansión.
- Cuadros de salida a nivel muestral y expandidos con la información final, como soporte del análisis de la información, acorde con el Plan de análisis previsto y los acuerdos que se hayan realizado con expertos nacionales e internacionales y con quienes sean designados por las Direcciones de la Dirección de Epidemiología y Demografía y de Promoción y Prevención del Ministerio.
- Actas de las reuniones de discusión y concertación sostenidas con personas del Ministerio de Salud y Protección Social y la Universidad, incluyendo las de seguimiento del progreso del estudio, establecidas de manera conjunta en la agenda.

Fase III o Fase de Procesamiento, análisis y difusión de resultados

Producto 1. Documento de verificación de la calidad de la base de datos. El cual da cuenta del procesamiento de la revisión, crítica e imputación final de las bases de datos, así mismo, deberá dar un informe de las inconsistencias encontradas al Ministerio de Salud y Protección Social y documentar las medidas en su adecuado tratamiento, es decir deberán realizar revisión de consistencia interna de las base de datos y aplicación de reglas de validación para cada una de las variables o preguntas, que además deben quedar explícitas en el diccionario de variables, entre otras actividades.

Producto 2. Documento final de resultados listo para publicación, Documento que contenga: i) La estructura y contenidos requeridos por el Ministerio de Salud y Protección Social, ii) Cuadros de salida a nivel muestral y expandidos para todas las preguntas e indicadores que se incluyan con sus correspondiente análisis con la información final y acorde al plan de análisis aprobado por el supervisor delegado por el Ministerio, iii) Cálculos de las estimaciones, con su procedimiento de cálculo previamente acordado y aprobado por el supervisor delegado por el Ministerio para el manejo de aclaraciones o correcciones de datos identificados después de publicados (fe de erratas). Estos documentos deberán ser publicados, de tal manera, el documento deberá ser entregado en versión digital en Word y PDF, para la publicación en el Repositorio Institucional Digital del MSPS.

Producto 3. Base de datos con la documentación actualizada asociada a la misma que haya sido empleada o desarrollada en cumplimiento del presente contrato y cumpla los requerimientos de la norma NTC-PE 1000 para procesos estadísticos que tenga los siguientes contenidos:

- i. Documento guía que describa las relaciones y contenidos de los archivos y carpetas.
- ii. Modelo conceptual: documento que describa las unidades, subunidades y las relaciones entre ellas, las cuales corresponden a las unidades de análisis de los cuestionarios utilizados
- iii. Modelo Entidad – Relación: Presenta de manera concreta el esquema o diagrama de las diferentes entidades. Los modelos de la base de datos se deben entregar en formato .pdf y en el archivo fuente editable.
- iv. Diccionario de datos donde se detalle cada campo de cada una de las entidades. (Elementos claves: La numeración del formulario debe estar en concordancia con las etiquetas descrito en la base, en el orden de la encuesta).
- v. Scripts de generación de la base de datos, archivos.SQL para SQL Server compatible con SQLServer v2008 o superior.
- vi. Archivos .mdf o .bak (copia de base de datos de SQLServer) que permitan restaurar la base de datos.
- vii. Manual de la base de datos (descripción completa de todos los pasos para implementar la base de datos en un servidor).
- viii. Diferentes formatos (archivos planos, archivos de SPSS, archivos DBF, archivos, o SAS) para la base de datos final. En el caso donde se utilice software adicional para la exportación de archivos, se entregará un documento con las instrucciones detalladas para exportar y generar los archivos en los diferentes formatos requeridos por el Ministerio.

Producto 4. Documento de indicadores con los siguientes contenidos:

- i. Ficha técnica de cada uno de los indicadores generados con las especificaciones técnicas de cada uno el cual debe incluir el siguiente contenido: área temática, nombre, marco conceptual, justificación, definición operacional, formula de la generación de cada indicador, descripción de cada elemento de la fórmula, cobertura geográfica, nivel de desagregación y bibliografía entre otros.
- ii. Tablas de datos depuradas, consistentes y etiquetadas en formato SPSS, STATA y en archivo plano de la totalidad de los indicadores o nuevas variables generadas, que incluyan todas las variables de la ficha técnica definida en el anterior literal junto con todas las desagregaciones.
- iii. Tablas de salida estandarizadas por los niveles de desagregación para cada una de las preguntas y de los indicadores.

- iv. Códigos, scripts o sintaxis del cálculo de los indicadores (salidas generadas para el análisis en el documento de resultados publicado.) en SPSS, STATA o la herramienta usada (incluir toda la documentación).
- v. Códigos, scripts o sintaxis para etiquetar y codificar la base de datos en SPSS, STATA o la herramienta usada.
- vi. Errores de muestreo calculados para todos los indicadores y según las desagregaciones del diseño muestral y permitidos por la muestra efectiva. (Nombre de la variable, valor estimado, error estándar, número de casos sin ponderar y ponderados/expandidos, efecto del diseño, error relativo, intervalo de confianza (valor estimado) +/- 2 error estándar).
- vii. Códigos, scripts o sintaxis de cálculo de los errores de muestreo de las estimaciones publicadas en el documento de resultados en SPSS o STATA.

Producto 5. Archivo en SQL y Excel de consolidación de indicadores en el cual se pueda filtrar los indicadores y permita la consulta con todas las desagregaciones definidas en las fichas técnicas mencionadas en el producto 4. Este archivo se desarrollará según las directrices establecidas por el Sistema Integral de Información de la Protección Social (SISPRO) del MSPS.

Tabla 1. Fortalecimiento de la comunidad científica

Tipo de resultado	Resultado esperado	Indicador	Medio de verificación
Vinculación de joven investigador	Vinculación de un estudiante de pregrado para desarrollar actividades de CTel	1	Certificación emitida por la universidad, indicando la participación del estudiante en el marco del programa, así como informe de actividades realizadas

Tabla 2. Productos resultados de actividades de apropiación social del conocimiento

Tipo de resultado	Descripción	Indicador	Medio de verificación	de	Tiempo de entrega
-------------------	-------------	-----------	-----------------------	----	-------------------

Presentación de los resultados a autoridades locales, nacionales y sectoriales	Presentación de los resultados ante Ministerio de Salud y Protección Social, Secretarías de Salud y autoridad Ambiental del departamento del Cauca que se incluyan en el estudio; así como con las entidades del nivel nacional y territorial que estén vinculadas a la gestión del mercurio, según lo identificado en el PUNHg y el PHgSS.	3	Actas de reunión y listados de participantes	Hasta 12 meses
Participación ciudadana en CTel	Espacios de participación ciudadana en CTel.	1	Actas de reunión y listados de participantes	Hasta 12 meses
Circulación de conocimiento especializado	Participación en eventos científicos	1	Certificado de participación como ponentes o memorias	Hasta 18 meses

Tabla 3. Productos resultados de actividades de generación de nuevo conocimiento

Subtipo de producto	Descripción	Indicador	Medio de verificación	Tiempo de entrega
Artículo de investigación sometido	Revistas A o A1	1	Artículo sometido a Revistas A o A1	Hasta 18 meses
Informe final	Informe de resultados del estudio	1	Oficio de entrega del informe a las entidades de interés	Hasta 12 meses
Cartillas	Rotafolio sobre la exposición de mercurio y medidas de control	3	Copia de los rotafolios	Hasta 18 meses

- **Impacto ambiental:**

Los resultados de la implementación de este proyecto, permitirán diseño de acciones de promoción de la salud y prevención de la enfermedad a corto y mediano plazo en la población vulnerable de la comunidad de Colectivo Zanjón de Garrapatero – Santander de Quilichao, que puede ser extensivo al área de influencia de la actividad de explotación Minera.

En articulación con el Plan Único Nacional de Mercurio – PUNHg y el Plan de Mercurio para el Sector Salud – PHgSS, este Proyecto aporta a una de las actividades propuestas en el programa de gestión y que se relaciona con la identificación y realización de estudios e investigaciones asociados a la caracterización de riesgos, las afectaciones y la protección de la salud humana por exposición a mercurio; todo esto con el propósito de aportar a la reducción y eliminación progresiva del uso del mercurio en todo el territorio nacional, con el fin de proteger la salud humana y preservar los recursos naturales renovables y el ambiente, de acuerdo con lo establecido en la legislación vigente, principalmente la ley 1658 de 2013.

De otra parte, frente al impacto ambiental de las actividades propuestas en el presente proyecto, la toma de muestras biológicas genera residuos clasificados como de riesgo biológico, que deberá cumplir las normas aplicables a la denominada “Gestión integral de los residuos generados en la atención en salud y otras actividades”.

- **Aspectos éticos**

Teniendo en cuenta la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud que establece las normas académicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud, en el Título II, Capítulo I, Artículo 11, sobre los aspectos éticos de la investigación en seres humanos, se clasifica esta investigación como de riesgo mínimo; implica extracción de sangre por punción venosa, la extracción o corte de pelo y colección de excretas.

A cada individuo se le proporcionará una hoja de consentimiento la cual deben firmar antes de contestar las preguntas de los instrumentos de recolección de información y de la toma de muestras biológicas. Para el caso de los menores de edad este debe ser firmado por alguno de sus padres. Antes de iniciar la recolección de la información y de las muestras, se informará a los individuos los objetivos y el tipo de estudio que se llevará a cabo, su importancia y beneficios que les traerá el participar, aclarándoles que se les entregarán los resultados de las pruebas paraclínicas. Los individuos que lo ameriten serán remitidos a la EPS o EPSS correspondiente, con el fin de definir la conducta médica a seguir.

- **Palabras Clave:**

Salud ambiental, biomarcadores, vertimiento, Intoxicación por mercurio

- **Cronograma:**

Es indispensable conocer de antemano el contexto real demográfico del colectivo ya que esto da parámetros de comportamientos de los grupos vulnerables que serán sujetos de estudio; es necesario, del mismo modo, indicar la disponibilidad de fuentes secundarias de información, tales como la caracterización de contaminantes en fuentes hídricas en la zona de interés, esto puede incidir en el tiempo de ejecución del proyecto.

ASPECTOS A CONSIDERAR

Perfil mínimo para equipo de trabajo

No.	PERFIL PROFESIONAL				
	CLASE	ROL	ACADÉMICA	EXPERIENCIA	REQUISITOS
1	Contratista Clase 1	Director General del Proyecto	Título universitario en el área de la salud o de las ciencias sociales y Maestría o doctorado en epidemiología o salud pública	Doctorado con 60 meses de experiencia profesional relacionada o Maestría más 84 meses de experiencia relacionada (o 120 meses por equivalencia), en temas relacionados en direccionamiento técnico, científico, estratégico y financiero de encuestas y estudios poblacionales, con	TP+DOC+60MEPR Ó TP+MA+84MEPR

				<p>docencia o evaluación y ejecución de estudios epidemiológicos, mediciones y encuestas o evaluación de programas, análisis de información y manejo de protocolos de encuestas o análisis estadístico o investigaciones epidemiológicas.</p>	
2	Contratista Clase 3	Coordinador del Trabajo de Campo	<p>Título universitario en el área de la salud o ciencias sociales y especialización o maestría en epidemiología o salud pública.</p>	<p>Maestría con 60 meses de experiencia profesional relacionada o especialización con 84 meses de experiencia profesional relacionada (o 108 meses por equivalencia), en coordinación técnico, científico de encuestas y estudios poblacionales, con docencia o evaluación y ejecución de estudios epidemiológicos, mediciones y encuestas o evaluación de programas, análisis de información y manejo de protocolos de</p>	<p>TP+MA+60MEPR O TP+ES+72MEPR</p>

				encuestas o análisis estadístico e investigaciones epidemiológicas en salud escolar.	
3	Contratista Clase 3	Coordinador de Análisis y estadística	Título universitario en el área de la Estadística y maestría en epidemiología ó salud pública.	Maestría con 60 meses de experiencia profesional relacionada o especialización con 84 meses de experiencia profesional relacionada (o 108 meses por equivalencia), en coordinación técnico, científico de encuestas y estudios poblacionales, con docencia o evaluación y ejecución de estudios epidemiológicos, mediciones y encuestas o evaluación de programas, análisis de información y manejo de protocolos de encuestas o análisis estadístico e investigaciones epidemiológicas.	TP+MA+60MEPR O TP+ES+72MEPR

4	Contratista Clase 4	Médico Toxicólogo	Profesional en medicina con posgrado en Toxicología	Maestría con 52 meses de experiencia profesional relacionada o especialización con más 64 meses de experiencia relacionada (o 88 meses por equivalencia) en temas relacionados toxicología	TP+MA+52MEPR O TP+ES+64MEPR
5	Contratista Clase 4	Médico neurólogo	Profesional en medicina con posgrado en neurología	Especialización en neurología con 64 meses de experiencia relacionada	TP+MA+52MEPR O TP+ES+64MEPR
6	Contratista Clase 18	Medico	Título universitario en Medicina.	36 meses de experiencia profesional relacionada.	TP+36MEPR
7	Contratista Clase 18	Estadístico para apoyo	Título universitario en estadística.	36 meses de experiencia profesional relacionada en temas en manejo, depuración, procesamiento de bases de datos y análisis de información.	TP+36MEPR
8	Contratista Clase 18	Bacterióloga	Título universitario en Bacteriología	Título profesional+ 36 meses de experiencia profesional relacionada con toma de muestras biológicas	TP+36MEPR
9	Contratista Clase 17	Comunicador	Título universitario en comunicación social	10 meses de experiencia profesional relacionada en temas de diseño, diagramación,	TP+ES+10MEPR

Código: A106PR17MO1

Versión: 01

Vigente desde: su liberación en GINA

				corrección de estilo, manejo de medios de comunicación para eventos en salud.	
10	Contratista Clase 22	Auxiliar de trabajo de Campo	Educación técnica o tecnológica en saneamiento ambiental	12 meses de experiencia profesional relacionada en saneamiento ambiental o relacionada.	TP+12MEPR
11	Contratista Clase 23	Auxiliar de trabajo de Campo	Educación técnica o tecnológica en enfermería	12 meses de experiencia profesional relacionada en realización de encuestas de salud	TP+12MEPR
12	Contratista Clase 22	Apoyo Administrativo de logística	Título universitario en áreas administrativa	12 meses de experiencia profesional relacionada en seguimiento administrativos, estratégicos, financieros y logísticos (proyectos de investigación)	TP+12MEPR

Bibliografía

ⁱ Gobernación de Cauca
Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario, FINAGRO
Instituto Geográfico Agustín Codazzi

ⁱⁱ Minería Ilegal Santander de Quilichao, Colombia disponible: <https://ejatlas.org/conflict/mineria-illegal-santander-de-quilichao-colombia>. Acceso 19 julio de 2018

ⁱⁱⁱ Bellotti Mirta Liliana. Minería a cielo abierto versus glaciares en alerta roja en argentina, disponible http://amsacta.unibo.it/3085/1/Miner%C3%ADa_a_cielo_abierto.pdf. Acceso 19 julio de 2018

^{iv} Organización Mundial de la Salud. Preguntas frecuentes: el Mercurio y la salud 2011. Disponible en: http://www.who.int/phe/chemicals/faq_mercury_health/es/. Acceso 19 julio de 2018

^v Rasmussen RS, Morrissey MT. Effects of canning on total mercury, protein, lipid, and moisture content in troll-caught albacore tuna (*Thunnus alalunga*). Food Chemistry 2007; 10. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814606002202>. Acceso 19 julio de 2018

^{vi} Klaassen CD, ed. Casarett and Doull's toxicology the basic science of poisons [Internet]. McGraw Hill; 2008 [citado 2014 sep 10]. Disponible en: <https://www.amazon.es/Casarett-Doulls-Toxicology-Science-Medicina/dp/0071769234>

^{vii} Syversen T, Kaur P. The toxicology of mercury and its compounds. J Trace Elem Med Biol 2012; 26(4):215-226. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0946672X12000077>

^{viii} Programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente. Evaluación mundial sobre el mercurio. Publicado por el PNUMA Productos Químicos Ginebra, Suiza Diciembre de 2002 Versión en español publicada en Junio 2005

^{ix} Centro Coordinador Convenio Basilea-Centro Regional Convenio de Estocolmo para América Latina y el Caribe (CCCCB/CRCE). Convenio de Minamata sobre el Mercurio y su implementación en la región de América Latina y el Caribe, disponible en el sitio web oficial: www.mercuryconvention.org.

^x Ministerio de Salud y Protección Social. Instituto nacional de Salud. Universidad de Córdoba. Protocolo Evaluación epidemiológica de los efectos en salud por exposición ocupacional y ambiental a mercurio en el departamento de Chocó, Colombia. 2015.

- ^{xi} Evaluación epidemiológica de los efectos en salud por exposición ocupacional y ambiental a mercurio en los departamentos de Chocó, Nariño y Vaupés. Colombia 2016” – Convenio 407 – 2016.
- ^{xii} Estudio piloto de evaluación de los riesgos en la salud por la exposición ambiental al mercurio en algunas zonas priorizadas del país. Zona de la Mojana y en municipios de los departamentos de Chocó y Antioquía. Convenio 489-2013
- ^{xiii} Vargas B, Mónica L, Quiroz P, Carlos M. Alteraciones neuropsicológicas en escolares de un municipio con niveles elevados de vapor de mercurio medioambiental, Colombia, 2008-2009. Revista Facultad Nacional de Salud Pública [Internet]. diciembre de 2011;29(4):461-8. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/120/12021522012.pdf>
- ^{xiv} PNUMA. Evaluación mundial sobre el mercurio [Internet]. 2002. Disponible en: https://saludsindanio.org/sites/default/files/documents-files/1401/Evaluacion_Mundial_Mercurio.pdf
- ^{xv} United Nations Environment Programme 2017. Un Environment Annual report 2017. Towards a pollution free planet. Disponible <https://www.unenvironment.org/annualreport/2017/index.php?page=0&lang=en>. Acceso 19 julio de 2018
- ^{xvi} PNUMA. El Convenio de Minamata sobre el Mercurio y su implementación en la región de América Latina y el Caribe [Internet]. 2014. Disponible en: http://www.mercuryconvention.org/Portals/11/documents/publications/informe_Minamata_LAC_ES_FINAL.pdf
- ^{xvii} Olivero-Verbel J, Duarte D, Echenique M, Guette J, Johnson-Restrepo B, Parsons PJ. Blood lead levels in children aged 5-9 years living in Cartagena, Colombia. Sci Total Environ [Internet]. 1 de enero de 2007;372(2-3):707-16. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17157895>
- ^{xviii} Stephan Bose-O’reilly, Ludovic Bernaudat, Uwe Siebert, Gabriele Roider, Dennis Nowak, Gustav Drasch. Signs and symptoms of mercury-exposed gold miners. Int J Occup Med Env Health [Internet]. 30(2):249-69. Disponible en: <http://eds.a.ebscohost.com.ez.urosario.edu.co/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=2&sid=fdb454c4-84b4-4066-a50f-43770a89d07a%40sessionmgr4008>
- ^{xix} Ekino S, Susa M, Ninomiya T, Imamura K, Kitamura T. Minamata disease revisited: An update on the acute and chronic manifestations of methyl mercury poisoning. J Neurol Sci. 2007;262(1-2):131-44.
- ^{xx} OMS. Las consecuencias de la contaminación ambiental: 1,7 millones de defunciones infantiles anuales, según la OMS [Internet]. 2017a. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2017/pollution-child-death/es/>

^{xxi} Ministerio de Salud y Protección Social (MSPS), Universidad de Córdoba (UC), Instituto Nacional de Salud (INS). Informe final “Evaluación Epidemiológica De Los Efectos En Salud Por Exposición Ocupacional Y Ambiental A Mercurio En El Departamento De Chocó”. 2017

^{xxii} UNEP. Global Mercury Assessment [Internet]. Switzerland: United Nations Environment Programme; 2013. (Sources, Emissions, Releases and Environmental Transport). Disponible en: <https://www.zaragoza.es/contenidos/medioambiente/onu/942-eng.pdf>

^{xxiii} Calao C y Marrugo JL. Efectos genotóxicos asociados a metales pesados en una población humana de la región de La Mojana, Colombia, 2013. *Biomédica* 2015;35(Supl.2):139-51 doi: <http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v35i0.2392>

^{xxiv} Cortessis VK, Thomas DC, Levine AJ, Breton CV, Mack TM, Siegmund KD, et al. Environmental epigenetics: prospects for studying epigenetic mediation of exposure–response relationships. *Hum Genet* [Internet]. 2012;131(10):1565-89. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22740325>

^{xxv} Den Hond E, Dhooge, W, Bruckers, L, Schoeters, G, Nelen, V, Van De Mierop, E, et al. Internal exposure to pollutants and sexual maturation in Flemish adolescents. *J Expo Sci Environ Epidemiol* [Internet]. junio de 2011;21(3):224-33. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20197795>

^{xxvi} OMS. Efectos de la exposición al mercurio en la salud de las personas que viven en comunidades donde se practica la minería aurífera artesanal y en pequeña escala [Internet]. 2013. Disponible en: http://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/mercury_asgm_es.pdf

^{xxvii} Paul B Tchounwou, Clement G Yedjou, Anita K Patlolla, Dwayne J Sutton. Heavy metal toxicity and the environment. *Molecular*. 26 de agosto de 2014a;101:133-64.

^{xxviii} Ekino S, Susa M, Ninomiya T, Imamura K, Kitamura T. Minamata disease revisited: An update on the acute and chronic manifestations of methyl mercury poisoning. *J Neurol Sci*. 2007;262(1-2):131-44.

^{xxix} Franken C, Koppen, G, Lambrechts, N, Govarts, E, Bruckers, L, Den Hond, E, et al. Environmental exposure to human carcinogens in teenagers and the association with DNA damage. *Environ Res* [Internet]. enero de 2017;152:165-74. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27771571>

^{xxx} César A. Ipenza Peralta. Manual para entender la pequeña minería y la minería artesanal y los decretos legislativos vinculados a la minería ilegal [Internet]. Sociedad Peruana de Derecho Ambiental; 2012. Disponible en: http://spda.org.pe/?wpfb_dl=29

xxxii Jaishankar, M.; Tseten, T.; Anbalagan, N.; Mathew, B.B.; Beereg Owda, K.N. Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. *Interdisciplinary Toxicology*, v. 7, n. 2, p. 60–72, 2014

Available from: https://www.researchgate.net/publication/318024943_Metal_pollution_assessment_in_a_Brazilian_hydroelectric_reservoir_Geophagus_brasiliensis_as_a_suitable_bioindicator_organization [accessed Jul 19 2018].

xxxiii Cabrera, M. & Fierro, J. (2013). Implicaciones ambientales y sociales del modelo extractivista en Colombia. En: Garay, L. *Minería en Colombia. Fundamentos para superar el modelo extractivista*. Bogotá, D.C.: Contraloría General de la República.

xxxiv Tobón Alberto. Signos de peligro en el paciente con malaria. *Biomédica* 2009;29:320-9

xxxv Takahashi Environmental indicator report 2013. European Environment Agency (EEA) 2013 Disponible: <https://www.eea.europa.eu/publications/environmental-indicator-report-2013#tab-data-visualisations>

xxxvi ATSDR. Reseña Toxicológica del Mercurio [Internet]. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. 1999. Disponible en: https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts46.html

xxxvii Marques RC, Bernardi JV, Abreu L, Dórea JG. Neurodevelopment outcomes in children exposed to organic mercury from multiple sources in a tin-ore mine environment in Brazil. *Arch Environ Contam Toxicol* [Internet]. abril de 2015;68(3):432-41. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25425160>

xxxviii Respuesta de unidad Administrativa Especial de gestión de restitución de Tierras despejadas – Dirección territorial Cauca – Popayan - UAEGRTD, según radicado del Ministerio de Salud y Protección Social No. 201842300622822. 25 abril de 2018

xxxix Información de la UNIMIL, según radicado de UNIMIL No. S-2018-012586.

xxxix Gobernación de Cauca
Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario, FINAGRO
Instituto Geográfico Agustín Codazzi

xl Olivero-Verbel J, Carranza-Lopez, L, Caballero-Gallardo, K, Ripoll-Arboleda, A, Muñoz-Sosa, D. Human exposure and risk assessment associated with mercury pollution in the Caqueta River, Colombian Amazon. *Environ Sci Pollut Res Int* [Internet]. octubre de 2016;23(20):20761-71. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27475435>

xli DNP. Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2016-2018. Todos por un Nuevo País [Internet]. Bogotá; 2014a. Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/cdt/prensa/bases%20plan%20nacional%20de%20desarrollo%202014-2018.pdf>

Código: A106PR17MO1

Versión: 01

Vigente desde: su liberación en GINA

xlii Harari R, Harari F, Gerhardsson L, Lundh T, Skerfving S, Strömberg U, et al. Exposure and toxic effects of elemental mercury in gold-mining activities in Ecuador. Toxicol Lett [Internet]. 2012;213(1):75-82. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21925580>

xliii Yard EE, Horton J, Schier JG, Caldwell K, Sanchez C, Lewis L, et al. Mercury Exposure Among Artisanal Gold Miners in Madre de Dios, Peru: A Cross-sectional Study. J Med Toxicol [Internet]. 2012;8(4):441-8. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22926732>

xliv Ohlander J, Huber SM, Schomaker M, Heumann C, Schierl R, et al. (2015) Correction: Risk Factors for Mercury Exposure of Children in a Rural Mining Town in Northern Chile. PLOS ONE 10(12): e0144527.

xliv Olivero-Verbel J, Caballero-Gallardo K, Marrugo Negrete J. Relationship Between Localization of Gold Mining Areas and Hair Mercury Levels in People from 60 Bolivar , North of Colombia. Biol Trace Elem Res [Internet]. 2011;144(1-3):118-32. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21476008>

xlvi ATSDR. Resúmenes de Salud Pública - Arsénico (Arsenic) [Internet]. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. 2007b. Disponible en: https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs2.html

xlvii Lightfoot NE, Pacey MA, Darling S. Gold, Nickel and Copper Mining and Processing. Chronic Dis Can [Internet]. 2010;29(Suppl 2):101-24. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21199602>

xlviii Ministerio de Minas y Energía. Censo minero departamental 2010- 2011. Disponible: <https://www.minminas.gov.co/documents/10180/698204/CensoMinero.pdf/093cec57-05e8-416b-8e0c-5e4f7c1d6820>

xlix Schütz G, Hacon S, Silva H, Moreno Sánchez AR, Nagatani K. Principales marcos conceptuales aplicados para la evaluación de la salud ambiental mediante indicadores en América Latina y el Caribe. Rev. Panam Salud Pública. 2008; 24(4):276–85.

^l Ministerio de salud y Protección Social. Análisis de desigualdades sociales y ambientales de la salud de las intoxicaciones por mercurio. Octubre de 2017