COSTA RICA

MINAE
Ministerio de Ambiente y Energía

PLAN NACIONAL DE ACCIÓN PARA LA EXTRACCIÓN DE ORO ARTESANAL Y EN PEQUEÑA ESCALA EN COSTA RICA, DE CONFORMIDAD CON EL CONVENIO DE MINAMATA SOBRE EL MERCURIO

Centro Coordinador Convenio Basilea
Centro Regional Convenio de Estocolmo
Para América Latina y el Caribe
URUGUAY

PNUMA

gef

PLAN NACIONAL DE ACCIÓN PARA LA EXTRACCIÓN DE ORO ARTESANAL Y EN PEQUEÑA ESCALA EN COSTA RICA, DE CONFORMIDAD CON EL CONVENIO DE MINAMATA SOBRE EL MERCURIO

COSTA RICA

MINAE
Ministerio de Ambiente y Energía

PLAN NACIONAL DE ACCIÓN PARA LA EXTRACCIÓN DE ORO ARTESANAL Y EN PEQUEÑA ESCALA EN COSTA RICA, DE CONFORMIDAD CON EL CONVENIO DE MINAMATA SOBRE EL MERCURIO

Centro Coordinador Convenio Basilea
Centro Regional Convenio de Estocolmo
Para América Latina y el Caribe
URUGUAY

PNUMA

gef

PRÓLOGO

El Plan Nacional de Acción para la extracción de oro artesanal y en pequeña escala en Costa Rica es una hoja de ruta que busca orientar y organizar, desde criterios de sostenibilidad ambiental y social, la actividad minera en el cantón de Abangares.

Este esfuerzo pionero, surge en el marco del cumplimiento de los compromisos adquiridos por el país al ser signatario del Convenio de Minamata sobre Mercurio. El punto de partida del plan fue un diagnóstico exhaustivo sobre aspectos mineros, ambientales, socioeconómicos, legales y de salud pública; con interesantes resultados que compartimos en este documento.

Precisamente, con base en el diagnóstico se definen las metas de reducción de la utilización del mercurio, así como diversas estrategias en distintos temas, orientadas a promover la actividad minera con una perspectiva de protección ambiental y mejorando la calidad de vida de los y las mineras y sus familias.

En el proceso de construcción del Plan, tanto a nivel de diagnóstico como en la definición de las estrategias, se priorizaron metodologías que les diera voz a las personas involucradas en la actividad. Por eso este documento de una u otra manera refleja las opiniones y conocimientos de los y las mineras, quienes en los talleres y entrevistas siempre aportaron con sus puntos de vista.

Este Plan es un instrumento que permitirá llevar al sector nuevas tecnologías, capacitación, reformas de ley y la promulgación y actualización de normativa. También contempla acciones orientadas a cerrar las brechas de género, a mejorar el acceso a la salud, la formalización del sector entre otros aportes sociales. Todo ello, por medio de la ejecución de ocho estrategias, plasmadas en un detallado Plan de Trabajo.

Otro aspecto importante a rescatar sobre el proceso de elaboración del Plan, fue que de manera paralela se implementaron acciones concretas de información y capacitación tendientes a erradicar las prácticas insostenibles en esta actividad e impulsar buenas prácticas, para lo cual se elaboraron materiales educativos, y se les facilitó los implementos necesarios para transitar hacia esas mejores prácticas.

En seguimiento con este compromiso internacional este Plan será entregado a la Secretaría del Convenio de Minamata sobre el Mercurio como evidencia del cumplimiento del país, y a la vez se llevarán a cabo las gestiones necesarias para la implementación de todas y cada una de las estrategias propuestas.

Un agradecimiento a los hombres y mujeres del cantón de Abangares que participaron en las diversas actividades que se realizaron en el proceso de elaboración del Plan y a los

representantes del Comité Directivo del Proyecto Desarrollo del Plan Nacional de Acción de Minamata, conformado por el Ministerio de Salud y las siguientes dependencias del MINAE: Dirección de Geología y Minas (DGM), Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA) y la Dirección de Gestión de Calidad Ambiental (DIGECA).

Franz Tattenbach Capra
Ministro de Ambiente y Energía

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y ENERGÍA
* COSTA RICA *

CRÉDITOS

DIRECCIÓN NACIONAL DEL PROYECTO

- Shirley Soto Montero, Directora de Gestión de Calidad Ambiental

COMITE DIRECTIVO DEL PROYECTO

- Ronny Rodríguez Chaves, Viceministro de Energía, Administración Chavez Robles
- Rolando Castro Córdoba, Viceministro de Ambiente y Calidad Ambiental, Administración Alvarado Quesada
- Pablo Bermúdez Vives, asesor Viceministerio de Energía
- Raquel Díaz, asesora Viceministerio de Energía
- Ileana María Boschini López, Directora de Geología y Minas
- Mario Gómez Venegas, Dirección de Geología y Minas
- Ulises Álvarez Acosta, Secretario General, Secretaría Técnica Nacional Ambiental
- Cynthia Barzuna Gutiérrez, Secretaría Técnica Nacional Ambiental
- Gerardo Calero Valverde, Secretaría Técnica Nacional Ambiental
- Ricardo Morales Vargas, Dirección de Protección Radiológica y Salud Ambiental, Ministerio de Salud.
- Paula Solano Gamboa, Dirección de Protección Radiológica y Salud Ambiental, Ministerio de Salud.
- María del Mar Solano Trejos, Dirección de Gestión de Calidad Ambiental
- José Alberto Rodríguez Ledezma, Dirección de Gestión de Calidad Ambiental
- Rosario Zúñiga Bolaños, Dirección de Gestión de Calidad Ambiental

COORDINACIÓN NACIONAL DEL PROYECTO

- Alejandra Fernández Sánchez
- Luis Diego Jiménez Góngora

EQUIPO CONSULTOR

Expertos mineros

- Claudio González Solís
- Gabriela Calvo Vargas
- Wagner Valverde Mora
- Eduardo Rojas Solano

Expertos legales

- Jorge Cabrera Medaglia
- Yasmín Granados Torres

Experta socioeconómica

- Virginia Reyes Gatjens

Expertos en salud pública

- Horacio Chamizo García, Escuela de Tecnología en Salud, Universidad de Costa Rica
- Mónica Jiménez Seas

Evaluación ambiental

- José Félix Rojas Marín, Laboratorio de Análisis Ambiental de la Universidad Nacional
- Víctor Hugo Beita Guerrero, Laboratorio de Análisis Ambiental de la Universidad Nacional
- Tomás Soto Murillo, Laboratorio de Análisis Ambiental de la Universidad Nacional
- Alejandra Gamboa Jiménez, Laboratorio de Análisis Ambiental de la Universidad Nacional

Experto internacional en minería

- Paul Cordy

CONTENIDO

Prólogo 7

Créditos 9

Agradecimientos 15

Abreviaturas, siglas y acrónimos 16

Definiciones 17

I. Resumen ejecutivo 18

II. Introducción y antecedentes 21

III. Panorama nacional 24

1. Experiencia previa con MAPE 24
2. Distribución geográfica de MAPE 25
   a. Distrito minero Tilarán-Abangares 25
3. Información de minería y procesamiento 28
4. Estimaciones de referencia de las cantidades de mercurio 34
5. Estado legal y regulatorio 37
   a. Régimen constitucional 37
   b. Convenios y procesos internacionales 38
   c. Leyes y reglamentos 38
   d. Análisis del marco normativo 45
6. Liderazgo y organización de la MAPE a nivel nacional y local 48
7. Comercio y demanda de mercurio y oro 52
8. Aspectos económicos 53
9. Información demográfica y social 55
10. Información ambiental 58
11. Información de salud 60
    a. Evaluación de la capacidad institucional del sector salud para atender las necesidades del personal, de forma directa o indirecta, de la MAPE 60
    b. Evaluación rápida de salud de las personas involucradas en la MAPE (ERS) 62
12. El proceso de toma de decisiones 66

IV. Las metas de reducción y los objetivos nacionales 67
1. Objetivo nacional 68
2. Estrategias y objetivos del Plan Nacional de Acción 68
V. Estrategias de aplicación 69
1. Estrategias 69
a. Medidas para facilitar la formalización de la MAPE de oro 69
b. Estrategias para eliminar las peores prácticas y reducir las emisiones, las liberaciones y los riesgos de exposición 71
c. Estrategias para gestionar el comercio y prevenir el desvío de mercurio 76
d. Regulación en salud pública para minimizar la exposición al mercurio 78
e. Estrategias para prevenir la exposición de las poblaciones vulnerables al mercurio mediante un análisis epidemiológico (exposición a mercurio y otros factores de riesgo (FR) a la salud en la MAPE) 79
f. Estrategias para proporcionar información a los mineros 80
g. Estrategias adicionales: incentivar mecanismos de mercado que favorezcan oro extraído con prácticas sostenibles 81
2. Plan de trabajo 82
VI. Mecanismo de evaluación 92
Meta de reducción 93
VII. Referencias 94
VIII. Anexos 97
1. Términos de referencia para el grupo de trabajo 97
2. Análisis de línea base nacional detallado 98
a. Metodología 98
b. Resultados 98
c. Lagunas de conocimiento 98
3. Matriz de estrategias y presupuesto 99
4. Informes técnicos complementarios a la evaluación ambiental 110

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Cantón de Abangares y distritos. Ubicación del distrito minero Tilarán–Abangares 26

Figura 2. Zonificación de la Zona Protectora Abangares 27

Figura 3. Ubicación de rastras del sector MAPE, según listado DGM-MINAE 28

Figura 4. Diagrama general del procesamiento mineral realizado en la zona de estudio 29

Figura 5. Relación Hg:Au obtenida de las mediciones en campo realizadas 36

Figura 6. Matriz de poder/interés de los actores identificados en el MAPE 50

Figura 7. Participación percibida por género en las etapas de la MAPE de oro en Abangares 52

Figura 8. Frecuencia de las razones que impiden la legalización de la actividad por género 55

Figura 9. Estimación de la escolaridad de los hombres involucrados en minería y sus parejas 56

Figura 10. Estimación de la escolaridad de las mujeres involucradas en minería y sus parejas 57

Figura 11. Participación de miembros de la familia en la actividad minera para el 2021 58

Figura 12. Diagrama de procesos de la actividad MAPE y sus peligros según la norma ISO 7010. 65

Figura 13. Estrategias del Plan Nacional de MAPE para Costa Rica 68

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Procesos de quebrado. 29

Fotografía 2. Ejemplos de las rastras utilizadas también como molinos 30

Fotografía 3. Detalle del sistema de lavado de material molido y de los cayucos 31

Fotografía 4. Detalle de la parte interna de las rastras, mostrando las piedras, parte de la estructura y el mercurio en el fondo o piso de la rastra 31

Fotografía 5. En a) se muestra un detalle de la retorta, mientras que en b) se nota el codo metálico con tapa 32

Fotografía 6. Fases de deslamado, quema de la esponja y producción de doré 33

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Información obtenida en cada uno de los procesos donde se realizaron mediciones de mercurio durante la fase de recuperación del oro 34

Cuadro 2. Resumen de resultados obtenidos en las mediciones de mercurio 37

Cuadro 3. Resumen del marco legal relativo a la MAPE en Costa Rica 47

Cuadro 4. Tasas de incidencia de posibles enfermedades relacionadas a exposición a mercurio en Abangares, Región Chorotega y Costa Rica por 100 000 habitantes, del año 2015 64

Cuadro 5. Comparación de porcentaje de estudiantes con adecuaciones de acceso y curriculares del cantón de Abangares, Región Chorotega y Costa Rica para el año 2018 64

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Comité Directivo del proyecto, instituciones públicas, organizaciones no gubernamentales, academia, empresas, laboratorios, por haber sido parte de la elaboración de Plan Nacional de Acción para la extracción de oro artesanal y en pequeña escala en Costa Rica, de conformidad con el Convenio de Minamata sobre el Mercurio.

Un agradecimiento especial a las personas mineras de la comunidad de Abangares que facilitaron la información requerida por los equipos consultores para hacer posible este Plan Nacional de Acción. A la Municipalidad de Abangares, por medio de su gestor ambiental, José Francisco Bogantes que colaboró en la coordinación con el sector minero.

También agradecemos al Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM/GEF), al Programa de las Naciones Unidas para Medio Ambiente (UNEP) y al Centro Coordinador del Convenio de Basilea, Centro Regional del Convenio de Estocolmo para América Latina y Caribe con sede en Uruguay (BCCC-SCRC), por su apoyo financiero, técnico y administrativo, durante la ejecución del Proyecto.

ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AGC	Artisanal Gold Council
BNCR	Banco Nacional de Costa Rica
BP	Banco Popular y de Desarrollo Comunal
CIEDES	Centro de Investigación y Estudios en Desarrollo Sostenible
CCSS	Caja Costarricense del Seguro Social
CM	Código de Minería, Ley 6797
DE	Decreto Ejecutivo
ENAHO	Encuesta Nacional de Hogares
EIA	Estudio de Impacto Ambiental
DIGECA	Dirección de Gestión de Calidad Ambiental, Ministerio de Ambiente y Energía
DINADECO	Dirección Nacional de Desarrollo de la Comunidad
DGM	Dirección de Geología y Minas, Ministerio de Ambiente y Energía
Hg:Au	Relación de mercurio (Hg) liberado al ambiente por cantidad de oro (Au) obtenido
ICT	Instituto Costarricense de Turismo
IMAS	Instituto Mixto de Ayuda Social
INDER	Instituto de Desarrollo Rural
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
INA	Instituto Nacional de Aprendizaje
INFOCOOP	Instituto Nacional de Fomento Cooperativo
MAPE	Minería artesanal y en pequeña escala
MIA	Evaluación inicial del Convenio de Minamata, por sus siglas en inglés Minamata Initial Assessment
MEIC	Ministerio de Economía, Industria y Comercio
MINAE	Ministerio de Ambiente y Energía
ONG	Organizaciones no gubernamentales
PNA	Plan Nacional de Acción para la minería artesanal y en pequeña escala
PIB	Producto interno bruto
SETENA	Secretaría Técnica Nacional Ambiental, Ministerio de Ambiente y Energía
SINAC	Sistema Nacional de Áreas de Conservación
SBD	Sistema de Banca para el Desarrollo
Tm	Tonelada métrica, equivalente a 1000 kilogramos
UCR	Universidad de Costa Rica
UNA	Universidad Nacional de Costa Rica
UNCADA	Unión Cantonal de Asociaciones de Desarrollo de Abangares

DEFINICIONES

Coligallero	Según el DE-37225-MINAE, es: "Persona que extrae mineral metálico en forma artesanal" (Ministerio de Ambiente y Energía, 2016).
Doré	Mezcla de oro, plata y otras impurezas obtenidas mediante la fundición de la esponja de oro (Artisanal Gold Council; Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2012).
Esponja de oro	Se denomina esponja de oro al oro extraído mediante amalgamación con mercurio, ya que, al destilar este último, deja numerosos agujeros en el material metálico, similar a una esponja. Contiene, además del oro, mercurio, plata y otras impurezas (Artisanal Gold Council; Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2012).
Lamas	Sólidos finamente molidos, que se descartan en operaciones mineras. La minería de sulfuros de cobre extrae grandes cantidades de material (roca) del yacimiento que se explota. No obstante, solo una pequeña fracción corresponde al elemento de interés económico que se desea recuperar (SERNAGEOMIN, 2022).
Minería artesanal y en pequeña escala	La extracción de oro llevada a cabo por mineros particulares o pequeñas empresas con una inversión de capital y una producción limitada (Convenio de Minamata).
Paragénesis	Equilibrio de fases minerales con sulfuros (Huapaya, 2013).
Perspectiva de género	La perspectiva de género en el marco del PNA parte de considerar los siguientes criterios básicos: identificación de desigualdades de género, el reconocimiento de los impactos diferenciados por sexo de la actividad minera, así como la identificación del acceso, uso y control sobre los recursos y beneficios de la actividad que tienen mujeres y hombres.
Rastras	Equipamiento rudimentario empleado para la molienda fina del material y amalgamación del oro. Se componen de rocas planas de un lado que giran en una placa de metal (DIGECA, 2017).
Relaves	Se emplea como sinónimo de lamas.

I. RESUMEN EJECUTIVO

La minería metálica en Costa Rica no es una industria activamente promovida a nivel nacional en la actualidad; aunque en el siglo XX se llegó a desarrollar en la Península de Osa en 1930 (de tipo aluvial o placer) y en los años noventa, se incentivó la exploración de yacimientos en la zona norte del país. Sin embargo, el área donde la minería artesanal y en pequeña escala de oro (MAPE) en Costa Rica es una actividad de significancia e impacto es la comunidad de Abangares, en la provincia de Guanacaste única zona MAPE identificada. La historia de su desarrollo comenzó desde el siglo XIX y continúa siendo la base de la economía local. Esta actividad se desarrolla mayoritariamente mediante la explotación de galerías subterráneas, a partir de zonas que antes fueron explotadas de forma industrial, con alto grado de inestabilidad. No obstante, se carece de estudios de exploración que determinen el potencial de la zona.

A partir de los estudios de referencia nacional realizados para este Plan Nacional de Acción, se determinó que el procesamiento del material se lleva a cabo a partir de la extracción manual de material de los túneles, con ayuda de explosivos y maquinaria básica. Cada persona involucrada en esta actividad extrae de una a diez toneladas métricas de material por día, de zonas sin concesión autorizada por la Dirección de Geología y Minas (DGM); en los casos en los cuales no son propietarios de los terrenos, pagan o arriendan el uso de la zona donde se ubica la mina, algunas dentro de la Zona Protectora Abangares, por lo que es necesario abordar no solo el uso del mercurio en estas zonas, sino también su regulación".

El material extraído se muele con quebradores, molinos "chilenos" y de bolas a un tamaño adecuado para alimentar las rastras, donde se le adiciona mercurio. Una minoría de las personas involucradas en la actividad ha empleado técnicas para evitar la amalgamación del material en bruto, como cayucos, mesas vibratorias o concentradores. La amalgama formada se recupera del material procesado, se exprime manualmente el exceso de mercurio y se quema mediante retortas rudimentarias; esta última etapa se suele dar cerca de viviendas y poblados. Por su parte, la esponja de oro obtenida se comercializa por diversos canales, de los cuales, solo la comercialización por medio de la Unión Cantonal de Asociaciones de Desarrollo de Abangares (UNCADA) se encuentra temporalmente autorizada por el Estado. Esta asociación purifica la esponja a doré, determina el quilataje y compra el material obtenido; sin embargo, se estima que solo capta el 20% del oro extraído de la zona.

Los relaves descartados del procesamiento del material primario, conocido en la zona como lamas, se almacenan en los predios de procesamiento, mediante fosas directamente cavadas en el suelo, sin material aislante. Estas lamas son comercializadas para cianuración de forma periódica, a pesar de que no se les aplica ningún tratamiento para la remoción del mercurio.

Según los estudios realizados en esta zona para el año 2020, se estima que, para una producción anual de 2 800 kg de oro al año, se liberan entre 5,0 a 68,9 toneladas de mercurio al año, con un promedio de 34,4 toneladas, especialmente en las lamas. Además, a partir de las mediciones realizadas en campo, se estimó que la relación Hg:Au es de 12,3:1. Se estima que existen en la zona alrededor de 200 sitios MAPE; sin embargo, para efectos de este estudio se lograron visitar 13.

En las etapas de extracción y molido, participan mayoritariamente hombres mayores de edad, pero también se han referido casos de adolescentes que participan en la actividad, en especial dentro de las estructuras familiares. La participación de las mujeres es mayor en las etapas de amalgamación (en muchos casos, combinado con oficios domésticos y cuidado de menores de edad) y comercialización del oro obtenido. También se detectó una población no cuantificada de personas migrantes en situación irregular aunque son necesarios más estudios para estimar de forma más exacta su participación. En total, se estimó que en esta actividad pueden estar participando 2 00 personas.

Con los estudios técnicos, se logró comprobar que se presentan en esta zona tres de las cuatro peores prácticas en la MAPE que al Convenio de Minamata le urge eliminar, a saber:

- Amalgamación del material en bruto.
- Quema de la amalgama en zonas residenciales.
- Lixiviación de cianuro en sedimentos, mineral en bruto o rocas, a los que se ha agregado mercurio, sin eliminar primero el mercurio.

Los estudios socioeconómicos y de salud pública realizados para este estudio indicaron que, pese a que la actividad es rentable para las personas involucradas (pues se estima que cada una obtiene en promedio 1 418 gramos de oro al año; los cuales, a octubre del 2021, se vendían a precio promedio de 19 331 colones ($31,3) el gramo, lo que implica un ingreso bruto promedio por minero de 27,4 millones de colones al año o su equivalente de $44 526,3); la mayoría carece de seguros médicos y laborales debido a la ilegalidad de la labor y a los requisitos que les solicitan las instituciones respectivas, agudizado por la ausencia de un marco legal que permita formalizar las actividades MAPE en desarrollo. La obligación de organizarse en cooperativas mineras, impuesta por el Código Minero (CM) y sus reformas, tampoco es una opción tomada por la mayoría de quienes participan en la actividad, debido a la falta de conocimiento para su funcionamiento adecuado.

La zona presenta tasas de incidencia de posibles enfermedades relacionadas a exposición a mercurio mayores a la media regional y nacional, así como indicadores de mayor aplicación de adecuaciones educativas en menores de edad escolar, lo que sugiere efectos cognitivos en la población de Abangares. Sin embargo, son necesarios mayores estudios para determinar una asociación causal con el uso del mercurio.

Para obtener datos certeros sobre la cantidad de personas involucradas en la MAPE, es necesario crear condiciones más favorables para que la población se involucre y visualice las ventajas de realizar la actividad de manera formal, como el acceso a financiamiento y el mejoramiento de su calidad de vida. También la formalización de la actividad permitirá tener información más precisa sobre la tecnología empleada, las condiciones socioeconómicas de quienes participan, la cantidad de material que se procesó, así como los posibles impactos ambientales, sociales y económicos de la actividad.

Debido a lo anterior, el Plan Nacional de Acción propuesto en este documento tiene como eje las siguientes metas de reducción:

Meta de reducción: reducir las emisiones y liberaciones de mercurio en la MAPE a un 50% del valor de referencia respecto a la estimación actual promedio anual de 34,4 Tm de mercurio/año para el 2028 y una reducción del 100% para el 2030.

Entre las estrategias planteadas para alcanzar estas metas, se encuentran:

- Facilitar la formalización de la MAPE de oro.
- Eliminar las peores prácticas y reducir las emisiones, las liberaciones y los riesgos de exposición al mercurio en la MAPE de oro.
- Gestionar el comercio y prevenir el desvío de mercurio.
- Promover la participación de los grupos de interés en la aplicación y el perfeccionamiento permanente del Plan Nacional de Acción.
- Fortalecer la regulación en salud pública para minimizar la exposición al mercurio.
- Prevenir la exposición de las poblaciones vulnerables al mercurio mediante un análisis epidemiológico (exposición a mercurio y otros factores de riesgo a la salud en la MAPE).
- Proporcionar información a los mineros artesanales y que extraen oro en pequeña escala, así como las comunidades afectadas.
- Incentivar mecanismos de mercado que favorezcan oro extraído con prácticas complementadas con acciones que permitan a las personas involucradas en la actividad MAPE gestionar de forma más eficiente sus procesos productivos, sin perjuicio de su salud, el ambiente y sus comunidades.

Complementadas con acciones que permitan a las personas involucradas en la actividad MAPE gestionar de forma más eficientes sus procesos productivos, sin perjuicio de su salud, el ambiente y sus comunidades.

II. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

La minería de oro en Costa Rica tiene una historia relativamente reciente, ya que se carece de registros que demuestren que la actividad fuera significativa durante el periodo colonial, anterior a la Independencia en 1821; a diferencia de otros países latinoamericanos. Los primeros registros indican que la minería aurífera se desarrolló inicialmente en los Montes del Aguacate, actuales cantones de Atenas y San Mateo; aunque, después, se desarrollaron otras actividades económicas que desplazaron la minería (Araya Pochet, 1976).

En la zona de Abangares, la minería inició en el año 1884 y llegó a ser la actividad económica más importante de la zona entre los años 1889 y 1940. El establecimiento de la Compañía Abangares Gold Fields of Costa Rica en la Sierra de Abangares, primera planta de procesamiento de oro, marcó un hito en la industrialización de la actividad. Posteriormente, la actividad minera perdió vigencia y quedó en el abandono, aunque persistió la explotación de las antiguas minas por parte de los habitantes de los pueblos formados (Huapaya, 2013), empleando técnicas artesanales para la extracción de oro sin acompañamiento técnico formal.

Durante los siglos XX y XXI, se plantearon varios proyectos de exploración y explotación de minería metálica en el país que no fructificaron por razones técnicas, legales, políticas y ambientales. En la mayoría de las comunidades donde estos proyectos se establecieron, la población se reorientó hacia otras actividades económicas que sustituyeron a la minería (Iniciativa Osa y Golfito, sf). Sin embargo, en la zona de Abangares, la minería aurífera ha estado muy ligada a la misma fundación del pueblo, por lo que la minería artesanal y en pequeña escala es llevada a cabo por un gran número de habitantes de esta zona en particular; quienes en algunos casos trabajaron en proyectos formales de minería o complementan esta actividad con otras.

De 1824 a 1840, operó la Diputación de Minería como un ente estatal para el denuncio minero en el país, antecesor de la actual Dirección de Geología y Minas (DGM). En 1832, mediante la Ley 79, se promulgó la Ordenanza Minera, el primer estatuto jurídico de la actividad (Araya Pochet, 1976), que posteriormente fue sustituido por otras figuras legales, hasta llegar al actual Código de Minería (Ley 6797), promulgado en 1982, el cual ha tenido varias reformas durante los últimos años.

El Código de Minería (CM) es el cuerpo normativo marco que regula la actividad minera en Costa Rica; esta ley designa a la DGM, adscrita al Ministerio de Ambiente y Energía, como ente encargado del otorgamiento y seguimiento de concesiones mineras. La versión actual, que sustituyó la de 1957, data de 1982 y pretendió activar la promoción de esta industria a través de la empresa estatal Minera Nacional S.A. (MINASA). De esa época datan importantes proyectos de exploración de minerales preciosos y una evaluación de los recursos minerales del país realizada en conjunto con el gobierno de Estados Unidos.

Gran parte de la producción aurífera de los años ochenta provino de la mina a cielo abierto Macacona, en Esparza de Puntarenas; aunque también trabajaron pequeñas operaciones subterráneas en Las Juntas de Abangares y Líbano en Cañas, Guanacaste, así como la explotación industrial de Mina Bellavista, en Miramar de Montes de Oro. Incluso, en 1987, tuvo lugar la Conferencia Internacional del Oro en Costa Rica y la presentación del Atlas de

Yacimientos Minerales preparado en conjunto por el US Geological Survey (USGS) y la DGM. No obstante, la quiebra financiera, el abandono de pasivos ambientales y los incumplimientos contractuales en la mina Macanona a finales de esta década socavaron el interés nacional en esta actividad industrial (Arauz, 2014).

La minería (industrial y artesanal) en los cantones de Osa y Golfito de la zona sur del país disminuyó con la fundación y posterior ampliación del Parque Nacional Corcovado en 1975; se educó a la población y se adoptaron otros medios de subsistencia, aunque aún se presentan casos aislados de minería artesanal, sin el arraigo comunal que se presenta en zonas como Abangares (Iniciativa Osa y Golfito, sf).

Durante los años noventa, se exploraron otras regiones del país, como el norte de Liberia, el norte de San Carlos y Sarapiquí. Con la exploración minera en la zona de Crucitas en el cantón de San Carlos, se dio la oposición sistemática y organizada contra la minería aurífera a cielo abierto, que culminó con la firma de un decreto para la moratoria minera en junio del 2002, la cual no afectó a las operaciones de explotación en curso en otras zonas del país.

El colapso de un patio de lixiviación de la mina Bellavista en Miramar de Montes de Oro en el 2007 debilitó la imagen de la industria minera aurífera formal, por lo que, en el 2010, mediante la Ley 8904 *Reforma Código de Minería y sus reformas ley para declarar a Costa Rica país libre de Minería Metálica a Cielo Abierto*, se realizó una reforma parcial a dicho código, que entró a regir el 10 de febrero del 2011. Esta reforma declara a todas las áreas de los cantones de Abangares, Osa y Golfito como zonas de reserva minera y conservadas a favor del Estado. En esas áreas de reserva minera, únicamente pueden otorgarse permisos de exploración, explotación minera y beneficio de materiales a trabajadores debidamente organizados en cooperativas dedicadas a la minería en pequeña escala para subsistencia familiar, artesanal y coligallero.

En 2015, el gobierno costarricense finalizó la implementación del proyecto Actividades Habilitantes para la Evaluación Inicial de Minamata, donde se hizo hincapié en el sector MAPE. Como parte del proyecto, se realizaron talleres de sensibilización sobre los riesgos del uso de mercurio, así como sobre tecnologías alternativas para la extracción de oro en la principal zona del país donde se encuentran los mineros artesanales. Asimismo, se desarrolló una campaña de monitoreo con el objetivo de determinar la presencia de mercurio en diferentes matrices: aire, agua y suelo. Este monitoreo se llevó a cabo en distintas zonas, a saber:

i. Cercanías del volcán Irazú y volcán Turrialba (influencia volcánica)
ii. San Antonio de Belén, Heredia (influencia industrial-urbana)
iii. Dulce Nombre de Cartago (influencia industrial)
iv. Las Juntas de Abangares, Guanacaste (influencia MAPE)
v. Parque Nacional Cahuita, Limón (baja influencia antropogénica)

Como resultado, se confirmó que Abangares era la zona con la mayor concentración de mercurio en el aire debido a la influencia de la minería artesanal y en pequeña escala para la extracción de oro. Este resultado es un aspecto importante, ya que indica que, producto de

la actividad MAPE, se estaría dando una afectación al medioambiente que representa también afectación a la salud de las personas que habitan esta comunidad, especialmente personas trabajadoras de este sector y grupos vulnerables como mujeres y menores de edad.

En diciembre de 2015, Costa Rica notificó a la Secretaría del Convenio de Minamata sobre Mercurio que, de conformidad con el párrafo 3 del artículo 7 de la Convención de Minamata, "la extracción y procesamiento de oro artesanal y en pequeña escala en su territorio es más que insignificante".

El Convenio de Minamata se aprobó mediante la Ley 9391-RREE *Ratificación de la República de Costa Rica al Convenio de Minamata sobre el Mercurio*, publicada el 21 de octubre de 2016 y ratificado mediante el DE 40053-RREE *Ratificación de la República de Costa Rica al Convenio de Minamata sobre Mercurio*, publicado el 3 de enero de 2017.

El presente documento muestra el compromiso adquirido por el país para implementar una hoja de ruta que permita disminuir y, hasta donde sea posible, eliminar el uso del mercurio en la minería artesanal y en pequeña escala. Los estudios desarrollados se centran en el cantón de Abangares, la única comunidad donde la MAPE es una actividad realizada de forma permanente y estable, debido al arraigo existente y la historia precedente.

Este Plan Nacional de Acción (PNA) se desarrolló con una visión integral para abordar la problemática de la MAPE, incluyendo no solo los aspectos técnicos en cuanto a la extracción de oro y a la disminución del uso de mercurio, sino también abarcando los aspectos legales, socioeconómicos, ambientales, de género y de salud pública que afectan tanto a las personas trabajadoras como a la comunidad en la cual se desarrolla esta actividad. El desarrollo del PNA incorpora una perspectiva de género, entendida esta como la visibilización del papel de las mujeres y de la niñez en el sector MAPE. Por eso hay un esfuerzo de cuantificar dicha participación en el apartado del Panorama nacional, pese a las limitaciones de información existente. Asimismo, el PNA incorpora esta visión tanto en los objetivos como en las distintas estrategias, haciendo así un esfuerzo por transversalizar esta perspectiva.

III. PANORAMA NACIONAL

1. Experiencia previa con MAPE

La MAPE en la zona de Abangares es una actividad con un comportamiento variable, factores como la situación económica de la zona y del país, pero, principalmente, el precio internacional de oro, influyen de forma significativa sobre la participación de más o menos personas en esta actividad. En el estudio *Diagnóstico de la minería artesanal aurífera en el cantón de Abangares, Costa Rica* realizado por la DGM entre los años 2006 y 2012, se determinó, mediante un censo básico, que la cantidad de las personas involucradas en la MAPE de oro en la zona de Abangares correspondía a 252; sin embargo, esta cifra se amplía a 700 personas involucradas, al incluir el círculo familiar, donde se indicó de forma cualitativa que los hombres realizaban la extracción del material en túneles, mientras que las mujeres procesaban el material en los patios de sus casas. También, se indicó que, en la MAPE, se había encontrado evidencia de participación de menores de edad.

El mismo estudio estimó la cantidad de rastras en 102 unidades, ubicadas con sus respectivas coordenadas geográficas; en este caso, también la cifra se amplió a un estimado de 200 rastras extra sin verificar por los problemas de acceso (Ruiz-Barrantes, 2012). Asimismo, se identificaron varias de las peores prácticas mostradas en el Convenio de Minamata, tales como la amalgamación del material en bruto, la ubicación de las rastras en zonas residenciales y el almacenamiento excesivo de lamas en patios, aunque también daba cuenta del uso de retortas artesanales para la recuperación del mercurio. A pesar de que, al momento del estudio, ya estaba en vigencia la obligación de formar cooperativas para continuar con la explotación artesanal de oro, solo el 36% de las personas mineras censadas afirmaron estar asociadas a una de las cuatro cooperativas conformadas para ese entonces. También, se indicó que solo dos de las cooperativas poseían una concesión vigente para la explotación de material (Ruiz-Barrantes, 2012).

Para el 2015, en el marco del Proyecto Actividades Habilitantes para la Evaluación Inicial de Minamata, financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial, como parte de la aplicación del Convenio de Minamata (MIA, por sus siglas en inglés), se estimó en un nuevo estudio realizado que entre 600 y 1 000 personas trabajaban en actividades relacionadas con la MAPE, produciendo alrededor de 400 kg de oro al año y empleando una proporción 3,7:1 mercurio:oro en el proceso de extracción de este metal. Nuevamente, se identificaron prácticas como la amalgamación de todo el material mineral, quema de la amalgama con la utilización de retorta en zonas residenciales; además, pozas de relaves o lamas contaminadas con mercurio que se comercializaban para el procesamiento y extracción de oro con cianuro; cada una estas son parte de las peores prácticas en la MAPE señaladas por el Convenio de Minamata (DIGECA, 2017).

Como parte del mismo proyecto MIA, se realizó un análisis preliminar de la granulometría de material procedente de tres puntos de la zona. Los resultados sugirieron que el oro está finamente distribuido y que se logra mayor liberación con moliendas finas, por lo que el control de tamaño en la molienda y el uso de técnicas de concentración con control de

los procesos podrían eliminar efectivamente la necesidad de emplear mercurio en la MAPE (DIGECA, 2017). Estos resultados son consistentes con estudios de la zona, donde se indica que el oro es, generalmente, submicroscópico, se ubica en el cuarzo y está asociado a una paragénesis sulfurosa (Huapaya, 2013).

Dicha evaluación también incluyó un estudio de concentración de mercurio en aire, donde se determinó que los niveles más altos de mercurio en esta zona se encontraban asociados a puntos de muestreo cercanos a rastras (DIGECA, 2017). Asimismo, el estudio socioeconómico realizado en el marco de esta evaluación inicial detectó el alto arraigo familiar de la población de Abangares hacia esta actividad; donde, al menos el 50% de la población consultada, tenía más de 20 años de ejercerla y el 58% de las personas entrevistadas lo realizaban como una actividad familiar, sin detallar el género (DIGECA, 2017).

Para el periodo 2016-2017, se encontraban cinco trámites de concesión de exploración, tres concesiones vigentes de explotación y una planta de beneficio en el cantón Abangares; sin embargo, ninguna de estas tenía reporte de producción, por lo que no se consideraban activas (Departamento de Control Minero, Dirección de Geología y Minas, 2018). Únicamente, dos de las concesiones activas correspondían a cooperativas mineras asociadas a la MAPE (Dirección de Geología y Minas, 2020).

Por su parte, para el año 2016, la DGM tenía un inventario de 169 rastras para el cantón de Abangares, en tanto que la Municipalidad de Abangares tenía registradas un total de 260 a mayo del 2017 (Bogantes, 2021). Estas inconsistencias se presentan por la misma informalidad de la actividad, que no permite tener un registro confiable, por lo que solo se cuenta con estimaciones de la cantidad de sitios de procesamiento.

2. Distribución geográfica de MAPE

La división político-administrativa de Costa Rica consta de siete provincias, que se dividen, a su vez, en 84 cantones y estos en distritos. A continuación, se presenta el panorama general sobre la ubicación y características de la zona donde se desarrolla la MAPE, incluyendo la delimitación del cantón, ubicación de rastras y de la Zona Protectora de Abangares.

a. Distrito minero Tilarán-Abangares

Debido a la historia del desarrollo minero y la forma en que influyó la división territorial, tradicionalmente, se le denomina distrito minero Tilarán–Abangares al área comprendida entre los cantones de Abangares y Tilarán, donde se asentaron las primeras empresas mineras; es decir, este distrito minero no tiene correspondencia con las unidades político-administrativas denominadas distritos en Costa Rica. El área principal en la que se desarrolla actualmente la MAPE es en el cantón de Abangares, en la provincia de Guanacaste. Este cantón se encuentra dividido en cuatro distritos según la división político-administrativa: Colorado, Las Juntas, San Juan y Sierra. Según Castillo (1997), las concentraciones de vetas de mineral por procesar se encuentran en los distritos San Juan y Sierra.

En la figura 1, se muestra la división distrital del cantón de Abangares; además, se resalta en la Zona Protectora Cuenca del Río Abangares que se ubica dentro del distrito minero, la

cual protege esta cuenca y sus efluentes, incluyendo el río Boston, quebrada Gongolona y quebrada Aguas Claras, entre otros. Esta área protegida fue establecida mediante Decreto Ejecutivo 24539-MIRENEM del 25 de agosto de 1995. Además, según el *Plan General de Manejo Zona Protectora Abangares 2020-2029*, esta área silvestre protegida tiene el objetivo de proteger los bosques secundarios premontanos ubicados en la subcuenca del río Aguas Claras-Aguas Calientes, que forman el río Abangares; el cual, a su vez, desemboca en el Golfo de Nicoya; por la importancia de la zona para la recarga acuífera y que abastecen de agua a la ciudad de Las Juntas de Abangares (SINAC, 2019).

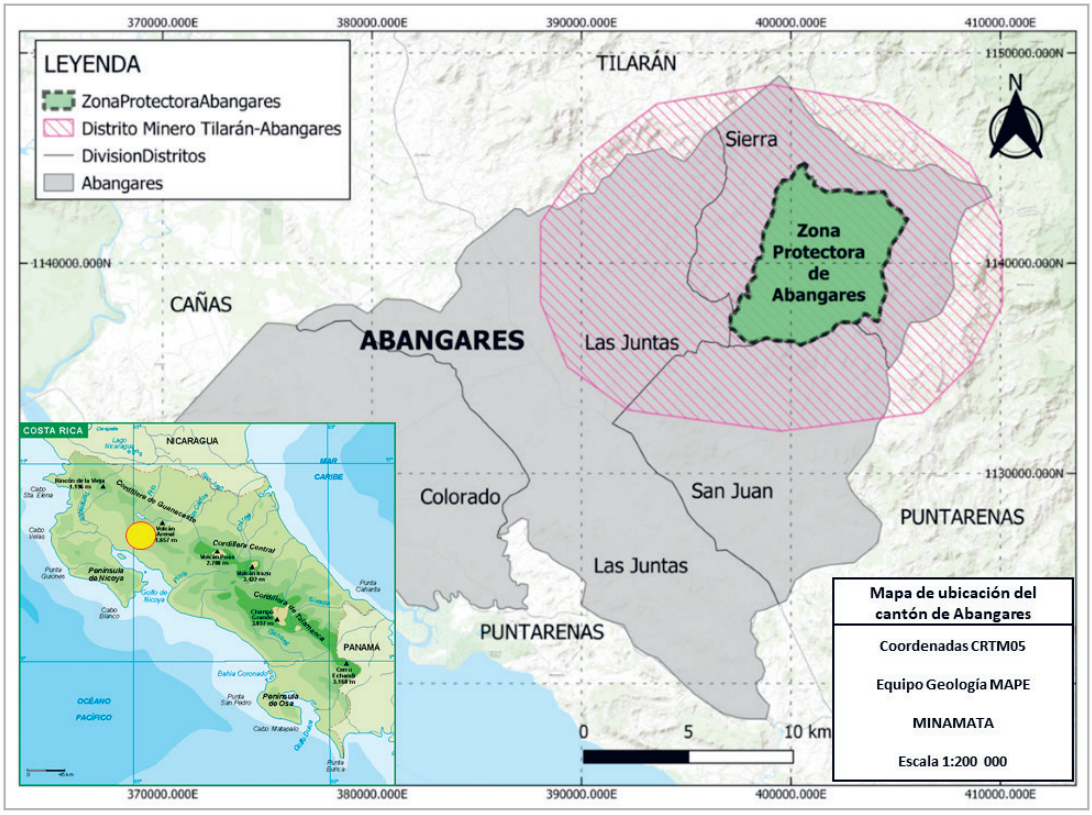


Figura 1. Cantón de Abangares y distritos. Ubicación del distrito minero Tilarán–Abangares.

Fuente: elaboración propia.

La zonificación de la zona protectora es la siguiente:

- Zona de mínima intervención: abarca el 59% (2 612 ha), donde se permiten actividades turísticas y administrativa, además del aprovechamiento de algunos recursos, pero no de forma extractiva.
- Zona de media intervención: tiene 1 350 hectáreas (31%), permite el desarrollo de facilidades y servicios permanentes de mediano impacto.
- Zona de alta intervención: tiene 454 hectáreas que representan el 10% de la zona protectora y permite actividades de carácter permanente y más intensivas.

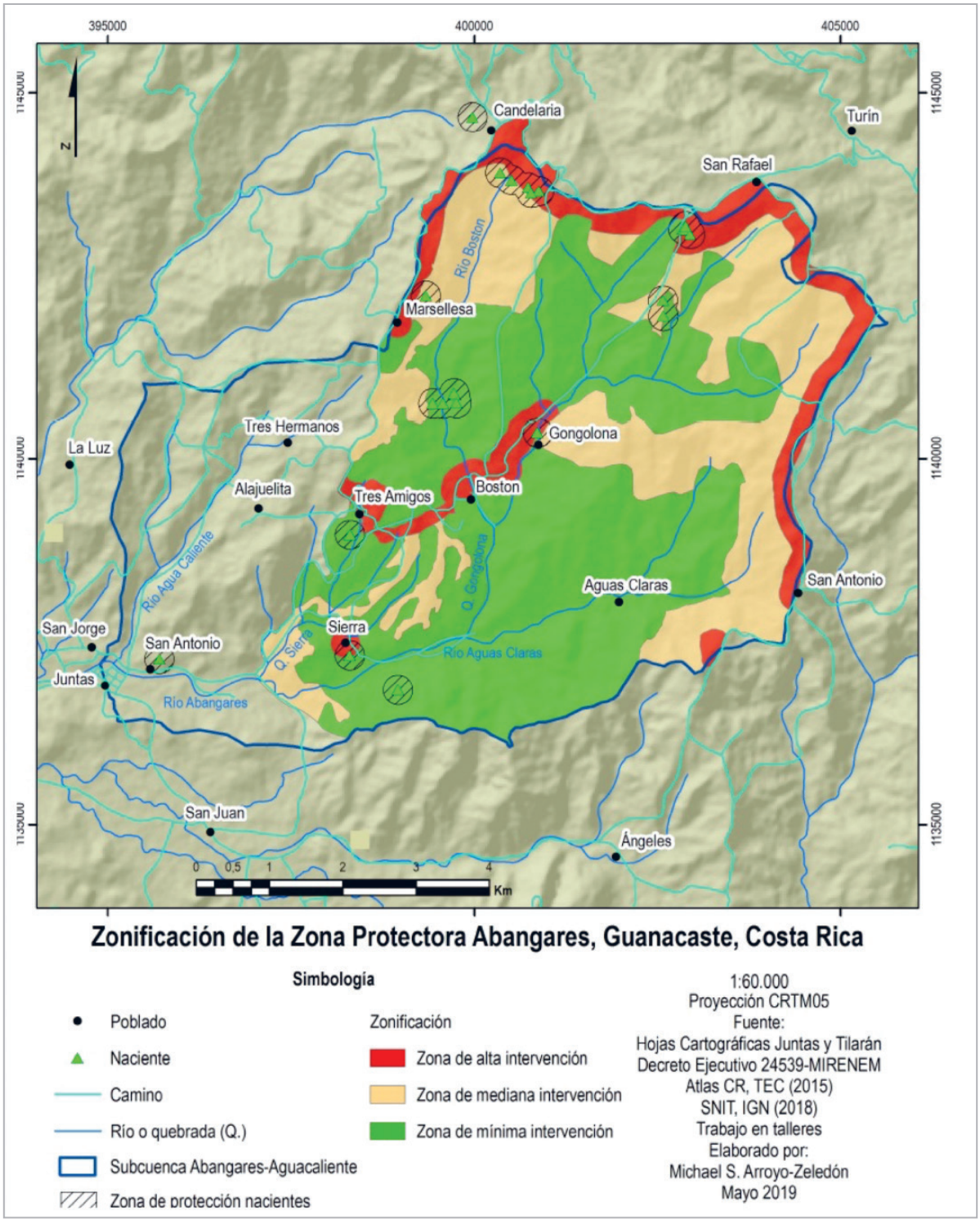


Figura 2. Zonificación de la Zona Protectora Abangares

Fuente: (SINAC, 2019).

Por su parte, las personas mineras que realizan las labores de procesamiento mediante amalgamación con mercurio se encuentran distribuidas en los distritos San Juan, Las Juntas y Sierra. La investigación de campo, elaborada para este diagnóstico, aportó la distribución

que se muestra en la figura 2. En esta figura, los puntos marcados en amarillo corresponden a los sitios de procesamiento que se entrevistaron y visitaron para efectos de este estudio; los puntos en negro corresponden a información histórica que no se logró comprobar en el marco de esta investigación. Debido a la ubicación de los sitios de procesamiento, además del desconocimiento y falta de aplicación del plan de manejo de la zona protectora, muchos de los sitios de procesamiento se encuentran ubicados en sitios de mínima o mediana intervención.

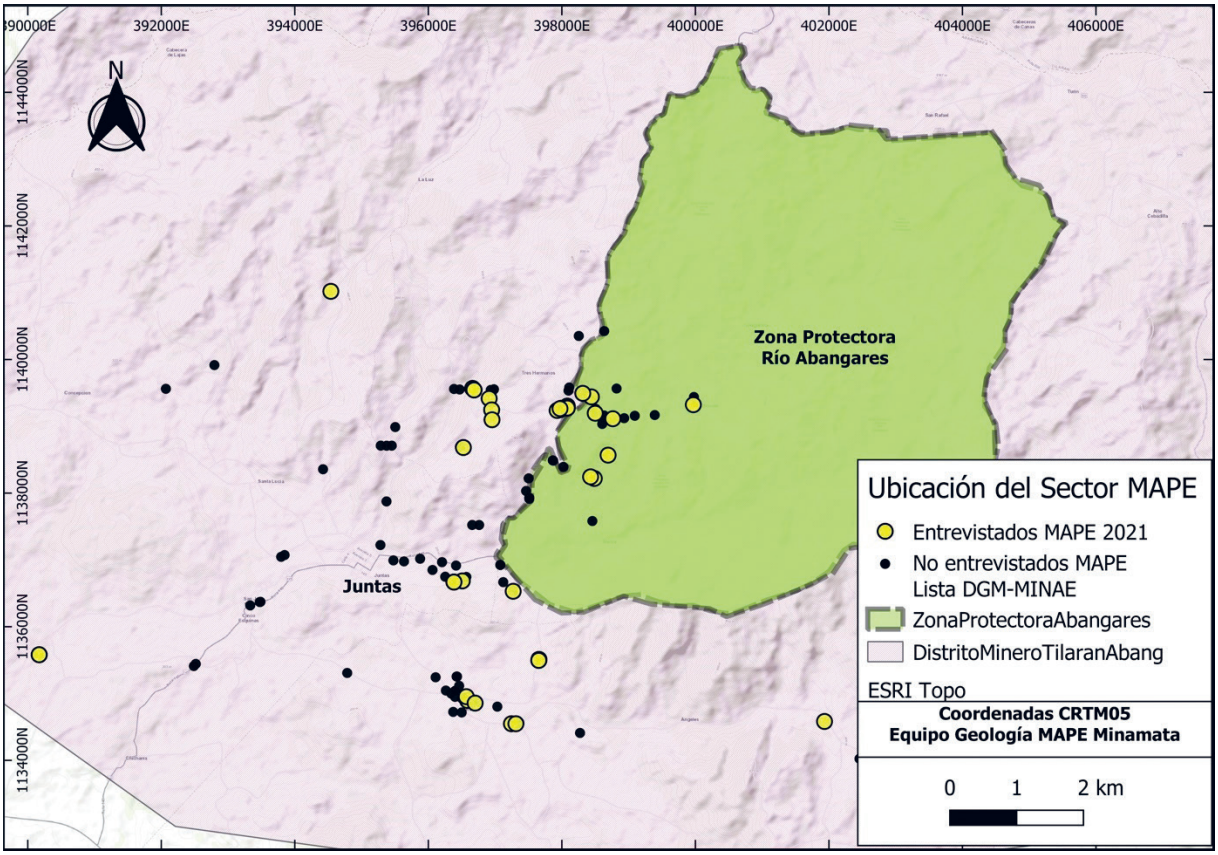


Figura 3. Ubicación de rastras del sector MAPE, según listado DGM-MINAE

Fuente: elaboración propia.

3. Información de minería y procesamiento

Las personas dedicadas a la MAPE en la zona realizan la extracción de la mena o material enriquecido con oro, a través de la apertura de túneles o galerías (laboreo minero) a diferentes niveles topográficos, para alcanzar así las vetas cuarzo auríferas y extraer el material de interés. Para desprender la roca o veta utilizan un barreno, explosivos y sus accesorios. La extracción del material desprendido se realiza a mano y en sacos hasta la bocamina y desde allí, se carga en los vehículos para trasladarla hacia las unidades de procesamiento mineral.

De manera general, se muestra en la figura 3 el diagrama de flujo del proceso minero que se realiza, con sus variantes y opciones de afinado o reducción del tamaño para la formación de la amalgama empleando mercurio.

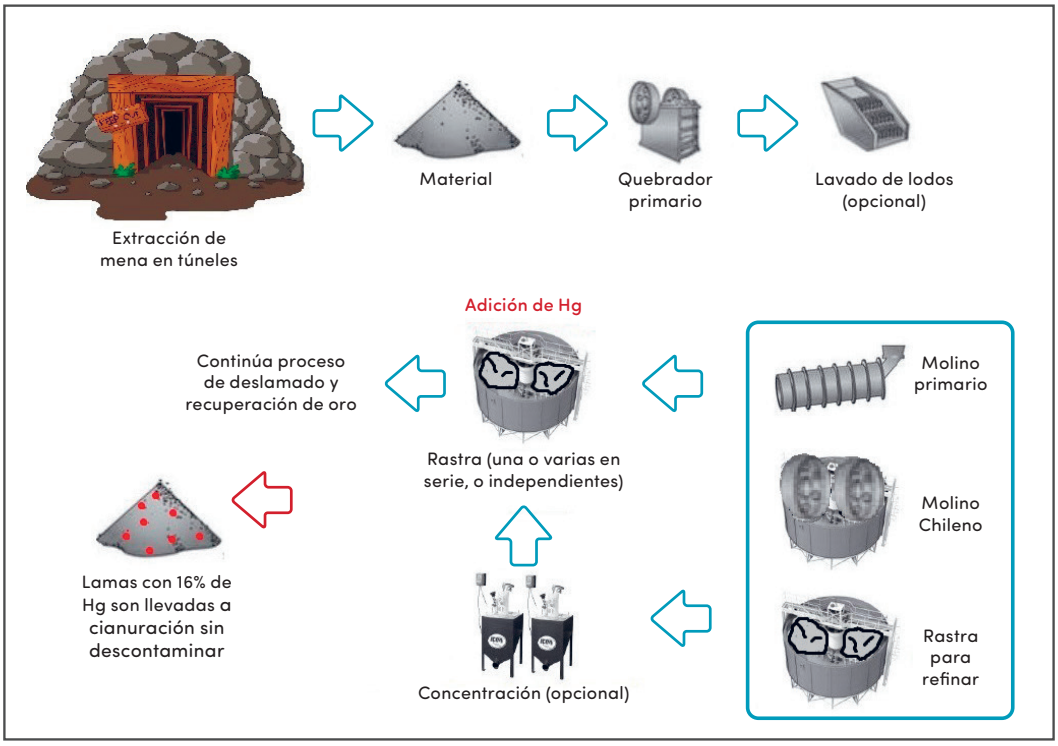


Figura 4. **Diagrama general del procesamiento mineral realizado en la zona de estudio.**

Fuente: elaboración propia.

El material extraído de las diferentes minas y vetas es procesado en las plantas o unidades de procesamiento instaladas en diferentes sitios dentro de la zona. Por su parte, el procesamiento del mineral incluye varias etapas que inician con el quebrado del material con quebradores de mandíbula o a mano con mazo, cuando no se cuenta con el equipo. La fotografía 1 muestra las labores de quebrado y los equipos utilizados.



Fotografía 1. **Procesos de quebrado.**

Fuente: elaboración propia.

Después del quebrado del mineral, el material se pasa al proceso de la molienda, que se realiza utilizando ya sea molino de bolas, molino chileno o una rastra que actúa como molino, cuando no se cuenta con las primeras opciones. El material, una vez molido, se distribuye en las rastras, las que pueden operar conectadas en serie o separadas de forma independiente. La fotografía 2 muestra los equipos que se utilizan en esta labor: las rastras, el molino de bolas y el molino chileno.



Fotografía 2. Ejemplos de las rastras utilizadas también como molinos (fotografías superiores), el molino de bolas (fotografía inferior izquierda) y el molino chileno (fotografía inferior derecha).

Fuente: elaboración propia.

Algunas de las personas involucradas en esta actividad han instalado un método alternativo de lavado del material mientras está en la fase molienda, con el objetivo de separar el material fino y disminuir así el volumen de material por procesar en las rastras. El material fino extraído del sistema es pasado por unos cayucos que les permiten recuperar el oro fino que pudiera estar adherido.

Tradicionalmente, estas fases de extracción, quebrado y molienda son realizadas por hombres, debido al esfuerzo físico que demandan, lo cual se confirmó durante las giras de campo. No se observó en las giras de campo evidencia del trabajo realizado por mujeres ni menores de edad en los sitios de extracción y molienda.

Las imágenes de la fotografía 3 muestran el detalle de este sistema de lavado, extracción de material fino y recuperación de oro fino.



Fotografía 3. **Detalle del sistema de lavado de material molido y de los cayucos.**

Fuente: elaboración propia.

Posterior a la fase de molienda, el material procesado (en algunos casos excepcionales, lavado y libre de material fino) es distribuido en las rastras de la planta para la amalgamación con mercurio. Las rastras, como se observa en la fotografía 4, consisten en piedras amarradas con una polea que muelen más finamente el material para liberar el oro que contiene, a la vez que permite su contacto con el mercurio agregado en esta etapa. El tiempo de contacto para que se dé la amalgamación es variable y depende de la experiencia y conocimiento empírico de cada persona minera.



Fotografía 4. **Detalle de la parte interna de las rastras, mostrando las piedras, parte de la estructura y el mercurio en el fondo o piso de la rastra.**

Fuente: elaboración propia.

A la última fase del procesamiento mineral se le llama deslamado y consiste en la extracción de la amalgama con oro, formada en las rastras. En esta fase, se separa manualmente el excedente de mercurio de la amalgama formada.

La amalgama de oro con mercurio se quema en un tipo de retorta adaptada, que consiste en un tubo metálico con un extremo curvo al que se adapta una tapa; la sección lineal se direcciona hacia un recipiente con agua fría, como se observa en la fotografía 5. Utilizando fuego producido con leña o con carbón, y ayudando al proceso con aire a presión o con gas para hacerlo más rápido, colocan la retorta en el fuego hasta que alcance la temperatura necesaria para que los vapores de mercurio empiecen a salir por el extremo abierto del tubo usado como retorta y se condensen en el recipiente con agua a temperatura ambiente. El producto de esta separación es una esponja de oro de bajo quilataje.

Es importante mencionar que, en todas las visitas de campo realizadas en la zona de Abangares, siempre se observó la utilización de la retorta para la quema de la amalgama; por lo que se podría inferir que la práctica de quema abierta es mínima o inexistente.



Fotografía 5. En a) se muestra un detalle de la retorta, mientras que en b) se nota el codo metálico con tapa.

Fuente: elaboración propia.

En el marco del proyecto MIA (2015), se llevaron a cabo unos talleres de sensibilización en Abangares sobre el tema del mercurio, lo que generó una mayor conciencia y ayudó a que, quienes contaran con los recursos económicos, reubicaran sus unidades de procesamiento alejadas de zonas residenciales. No se pudo determinar con exactitud cuántas de las personas mineras entrevistadas se trasladaron de lugar, debido a la ausencia de información sobre su ubicación; aunque es probable que aun exista una minoría de rastras en zonas residenciales. De hecho, en algunas ocasiones fue posible observar sitios de procesamiento mineral junto a casas de habitación, por lo que no se descarta que aún persista la práctica de la quema de mercurio en áreas residenciales.

Asimismo, aunque en estudios anteriores se ha referido la participación de mujeres y menores de edad en las etapas de amalgamación y quemado, esto se logró confirmar cuan-

do se aplicó una encuesta en un centro de comercialización de oro, donde los participantes masculinos refirieron en el 50% de los casos que sus parejas participaban activamente en la actividad, desempeñando actividades como administración de los recursos financieros, compra de insumos, procesos de amalgamación y venta del oro, además de las cargas domésticas y atención de menores de edad. La mayoría de quienes realizan esta actividad de forma artesanal no refinan el oro producido; solo una minoría de quienes participaron en el estudio indicaron que realizaban la fundición de la esponja de oro por su cuenta, para eliminar el mercurio restante.

Se estima que 20% de las personas involucradas en la MAPE comercializan la esponja de oro que obtienen a través de la Unión Cantonal de Asociaciones de Desarrollo de Abangares (UNCADA), ente autorizado por el Estado para la comercialización de oro a partir del año 2020. El porcentaje restante emplea otros canales de comercialización comentados en la sección 7. Según las encuestas aplicadas, la comercialización a través de esta entidad muestra una participación más equitativa de hombres y mujeres, según las encuestas aplicadas. En la UNCADA, como parte del proceso de compra, se le elimina el remanente de mercurio a la esponja mediante la aplicación directa de calor con una llama de soplete. El producto final obtenido se denomina "oro doré", que es una mezcla de oro, plata y otras impurezas (Artisanal Gold Council; Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2012).

En la fotografía 6, se muestra una serie de imágenes que resumen el paso a paso de los procesos del deslamado, quema de la esponja con oro y producción de doré.



Fotografía 6. Fases de deslamado, quema de la esponja y producción de doré.

Fuente: elaboración propia.

4. Estimaciones de referencia de las cantidades de mercurio

Con el objetivo de estimar la línea base de las cantidades de mercurio usadas en la MAPE, se procedió a realizar mediciones de masa del mercurio en las diferentes fases del procesamiento mineral, específicamente en la fase de mezcla, fase de calentamiento y fase de recuperación en retorta. Estas pruebas se llevaron a cabo con personas dedicadas a esta actividad que colaboraron con el proyecto; se logró tomar datos en un total de 13 procesos de recuperación de oro con uso de mercurio (11 completos y 2 incompletos). En el cuadro 1, se presenta el resumen de las mediciones obtenidas en campo, así como de los diferentes parámetros y resultados obtenidos para cada caso.

Cuadro 1. Información obtenida en cada uno de los procesos donde se realizaron mediciones de mercurio durante la fase de recuperación del oro

Número de prueba			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Datos varios	Cantidad de rastras utilizadas en proceso		1	1	1	5	1	2	1	1	1	3	3	4	1
	Molino chileno		-	-	-	-	-	2	-	-	-	1	1	-	-
	Días de procesamiento		5	3	1	6	-	4	1	5	4	2	3	4	2
	Cantidad de mena procesada según minero (cajuelas) * 1 cajuela equivale aprox. a 27 kg		120	60	75	402	-	480	43	100	180	250	270	1200	80
	Cantidad de mena procesada según minero (Ton)		3,2	1,6	2,0	10,9		13,0	1,2	2,7	4,9	6,8	7,3	32,4	2,2
Fase de mezcla	Masa de Hg agregado a la mezcla (g)		247,7	291,7	509,2	1226,7	453,3	895,2	253,8	466,4	470,2	1600,0	1600,0	4378,1	649,6
	Masa de Hg y amalgama que sale de la mezcla (g)		258,1	313,0	567,1	1042,3	-	849,2	200,9	450,0	462,2	1257,7	1259,0	3193,2	533,8
	Masa de Hg que sale del exprimido (recuperado) (g)		196,8	281,1	542,5	925,4	-	740,7	186,4	434,5	415,9	1193,8	1179,0	2589,1	511,0
Fase de calentamiento	Masa de amalgama antes de calentamiento (g)		47,7	32,6	24,9	116,9	-	107,7	14,4	15,8	45,0	63,9	78,4	2589,1	22,7
	Amalgama después de calentamiento	Masa de esponja de oro (g)	13,5	9,5	-	42,0	-	39,6	4,7	4,7	15,8	24,0	29,1	116,5	9,0
		Kilataje	14,3	14,0	14,0	14,3	-	17,7	14,0	14,0	15,0	15,5	15,5	14,0	16,0
		Masa de esponja de oro con pureza 100% (24K) (g)	8,0	5,5	-	25,0	-	29,2	2,7	2,7	9,9	15,5	18,8	68,0	6,0
	Masa de Hg evaporado (en retorta) (g)		34,2	23,1	-	74,9	-	68,1	9,7	11,1	29,2	39,9	49,3	461,7	13,7
Recuperación en retorta	Masa de Hg recuperado en retorta (g)		36,8	0,0	-	77,6	-	54,0	0,0	11,0	29,2	38,3	48,0	453,4	7,8
	Eficiencia en retorta (%)		107,6	0,0	-	103,6	-	79,3	0,0	99,1	100,0	96,0	97,4	98,2	56,9
Resumen	Hg perdido en tierra en fase de mezcla (g)		16,7	-12,5	-	226,4	-	86,4	57,7	20,8	25,1	366,3	371,7	1327,3	124,9
	Hg perdido en tierra con respecto al total ingresado(%)		6,7	-	-	18,5	-	9,7	22,7	4,5	5,3	22,9	23,2	30,3	19,2
	Hg evaporado en aire en fase de calentamiento (g)		-2,6	23,1	-	-2,7	-	14,1	9,7	0,1	0,0	1,6	1,3	8,3	5,9
	Hg evaporado en retorta con respecto al total ingresado (%)		0,0	7,9	-	0,0	-	1,6	3,8	0,02	0,0	0,1	0,1	0,2	0,9
	Hg total usado (perdido en ambiente) (g)		14,1	10,6	-	223,7	-	100,5	67,4	20,9	25,1	367,9	373,0	1335,6	130,8
	Relación Hg:Au		1,8	1,9	-	8,9	-	3,4	24,6	7,6	2,5	23,7	19,8	19,7	21,8
	Promedio de uso Hg/rastra (g)		247,7	291,7	509,2	245,3	453,3	447,6	253,8	466,4	470,2	533,3	533,3	1094,5	649,6
	Uso de Hg por tonelada de mena (g/Ton)		76,5	180,1	251,5	113,0	-	69,1	218,6	172,7	96,7	237,0	219,5	135,1	300,7
	Masa de Hg que entra al sistema por masa de esponja de Au recuperado		18,3	30,7	-	29,2	-	22,6	54,0	99,2	29,8	66,7	55,0	37,6	72,2
	Ley de Au recuperable con Hg en el proceso específico (g/Ton)		2,5	3,4	-	2,3	-	2,3	2,4	1,0	2,0	2,3	2,6	2,1	2,8

Fuente: elaboración propia.

En los estudios diagnósticos realizados, se determinó que, en la MAPE, se tiene un promedio de uso de mercurio de 476,6 g por cada rastra y en cada proceso completo (desde el ingreso del primer volumen de mena hasta el deslamado y recuperación). Además, el uso promedio de masa de mercurio por masa de mena procesada es de 172,5 g/Tm; es decir, en promedio, se utilizan 172,5 g de mercurio por cada tonelada de mena procesada. Según los resultados obtenidos, del total de mercurio ingresado al sistema en cada proceso, se pierde un promedio de 16,3% en los sedimentos durante la fase de amalgamación.

Se estima que la mayor parte de la pérdida de mercurio se da en las lamas, aunque existiría un porcentaje menor que puede perderse durante el deslamado (en piletas, tanques, etc.) e incluso se puede perder dentro de la misma rastra (en el piso de esta). Además, se determinó que el 94% de quienes participaron en esta estimación de referencia estarían vendiendo las lamas a una planta de cianuración privada.

En el caso del mercurio perdido durante el deslamado, se estima que la mayor parte termina dirigiéndose a las pilas de lamas; y en pocas ocasiones, puede ser reincorporado al sistema en el siguiente proceso, dado que algunas de las personas involucradas en la actividad reportaron que solían reingresar el material sobrante del deslamado en el siguiente proceso de recuperación de oro.

Por otra parte, según la investigación realizada por el equipo consultor minero en el marco de este proyecto, del total de mercurio ingresado al proceso, se pierde un promedio de 0,4% por evaporación en aire durante la fase de calentamiento en la retorta, ocasionado por problemas en el sello de la tapa de la retorta y, en menor medida, por evaporación durante el burbujeo generado en el recipiente de agua.

El promedio total de mercurio perdido en el ambiente durante el procesamiento del mineral aurífero se estimó en 16,7% (sedimentos y aire). En cuanto a la relación promedio de pérdida Hg:Au, se obtuvieron valores variables entre 1,8 y 24,6, para un promedio en el orden de 12,3; lo que indica que, por cada gramo de esponja de oro recuperada, se pierden en promedio en el ambiente 12,3 g de mercurio. El cálculo de la relación Hg:Au se obtuvo convirtiendo el peso de la esponja de oro en un masa equivale a oro 24 kilates, usando la pureza promedio de oro reportada en el sitio; respecto al mercurio, su cálculo se basó en la diferencia entre la masa agregada al mineral y la recuperada al final de la retorta. La división del total de mercurio liberado entre el oro producido da como resultado esta relación. Los datos de las mediciones completadas se muestran en la siguiente figura.

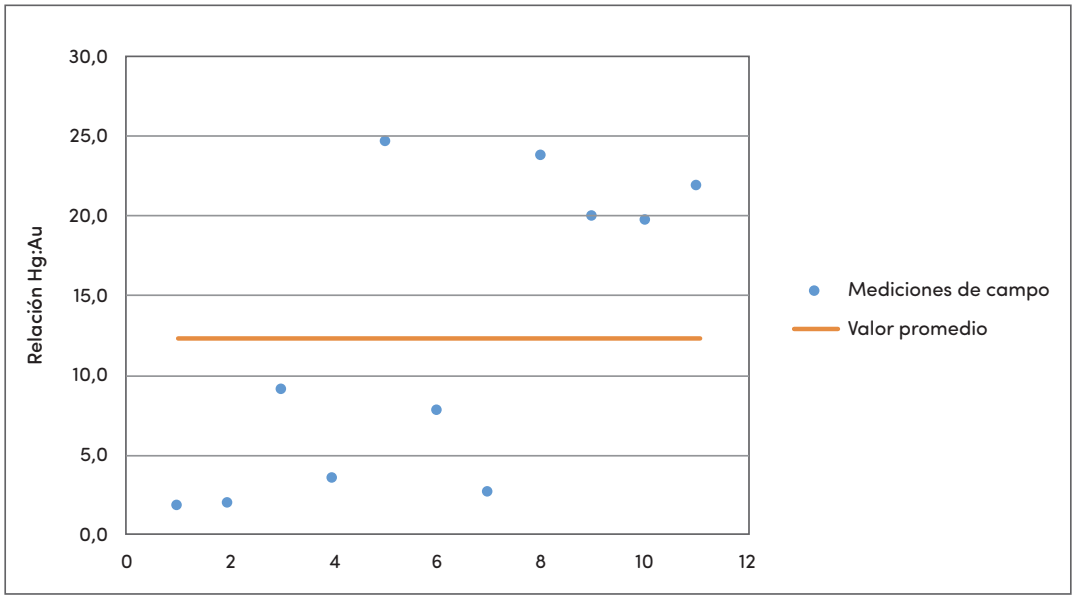


Figura 5. **Relación Hg:Au obtenida de las mediciones en campo realizadas**

Fuente: elaboración propia.

La variabilidad en la relación de pérdida Hg:Au identificada durante la investigación podría relacionarse con las características propias de la mena procesada, esto en cuanto a su contenido de arcillas, sulfuros u otros minerales que puedan incidir en una mayor pérdida de mercurio con relación al oro producido. Sin embargo, un aspecto importante por considerar es que las personas involucradas en el procesamiento del material y la amalgamación tienden a utilizar la misma cantidad de mercurio por cada rastra que compone su sistema de molienda; la cual no suelen modificar en función del tonelaje de mena procesada, sino que aplican siempre la misma cantidad de mercurio por rastra y para cada proceso completo, independientemente de la cantidad de mena incorporada. Pareciera existir una relación directamente proporcional entre el valor de relación de pérdida Hg:Au y la cantidad de mercurio utilizada por tonelada de mena procesada. Es decir, cuanto mayor sea la cantidad de mercurio por tonelada de mena procesada, mayor sería la relación de pérdida Hg:Au. Lo anterior evidencia que, al no contar con un análisis previo del contenido de oro en el material, se emplea una cantidad estándar de mercurio debido a la costumbre, sin un criterio técnico.

De acuerdo con los valores obtenidos para la relación de pérdida de Hg:Au, la cual varía entre 1,8 y 24,6; y considerando la información recopilada en esta investigación, se estima la producción anual de oro del sector MAPE en 2,8 toneladas por año. Se puede estimar que, en la zona de Abangares, se pierde en el ambiente, aproximadamente, entre 5,0 a 68,9 toneladas de mercurio por año; para un promedio anual estimado de 34,4 toneladas de mercurio liberadas al ambiente.

Adicionalmente, se estimó la masa promedio de mercurio que ingresa al sistema por gramo de esponja de oro recuperado, en el orden de 46,8 g. Es decir, por cada gramo de esponja de oro recuperada, se ingresó a la mezcla un promedio de 46,8 g de mercurio. En el cuadro 2, se presentan los rangos y promedios obtenidos para cada parámetro.

Cuadro 2. Resumen de resultados obtenidos en las mediciones de mercurio

Parámetro		Rango	Promedio
Fase de mezcla	Uso de mercurio/rastra/ proceso	245,3 – 1 094,5 g	476,6
	Mercurio perdido en los sedimentos con respecto al total de material ingresado al proceso	4,5 – 30,3%	16,3%
Fase de calentamiento	Eficiencia de la retorta	56,9 – 100 %	89,6 %
	Porcentaje de mercurio perdido en el empleo de retorta	0,02 – 1,6%	0,4 %
Resumen	Porcentaje de mercurio liberado al ambiente durante el proceso	4,52 – 30,5%	16,7 %
	Relación de uso Hg:Au	1,8 – 24,6	12,3
	Cantidad de mercurio que entra al proceso por cantidad de oro recuperado (como esponja)	18,3 – 99,2 g	46,8 g
	Uso promedio de mercurio por tonelada de mena	69,1 – 300,7 g/Tm	172,5 g/Tm

Fuente: elaboración propia.

5. Estado legal y regulatorio

A continuación, se presenta un resumen del marco normativo y legal costarricense aplicable al sector MAPE, así como el señalamiento de la institucionalidad vinculada a este. Se inicia por las disposiciones constitucionales, los convenios y procesos internacionales; finalmente, la legislación, reglamentos y decretos más relevantes.

a. Régimen constitucional

Los artículos 6 y 121 de la Constitución Política de la República de Costa Rica abordan el tema de los recursos minerales de manera general, no de manera específica para el sector MAPE, pero reconociendo, a su vez, que constituyen bienes de dominio público:

> "Artículo 6. El Estado ejerce la soberanía completa y exclusiva en el espacio aéreo de su territorio, en sus aguas territoriales en una distancia de doce millas a partir de la línea de baja mar a lo largo de sus costas, en su plataforma continental y en su zócalo insular de acuerdo con los principios del Derecho Internacional. Ejerce, además, una jurisdicción especial sobre los mares adyacentes a su territorio en una extensión de doscientas millas a partir de la misma línea, a fin de proteger, conservar y explotar con exclusividad todos los recursos y riquezas naturales existentes en las aguas, el suelo y el subsuelo de esas zonas, de conformidad con aquellos principios".
>
> "Artículo 121. Además de las otras atribuciones que le confiere esta Constitución, corresponde exclusivamente a la Asamblea Legislativa:

No podrán salir definitivamente del dominio del Estado:

a. Las fuerzas que puedan obtenerse de las aguas del dominio público en el territorio nacional;

b. Los yacimientos de carbón, las fuentes y depósitos de petróleo, y cualesquiera otras sustancias hidrocarburadas, así como los depósitos de minerales radioactivos existentes en el territorio nacional;

c. Los servicios inalámbricos;

Los bienes mencionados en los apartes a), b) y c) anteriores solo podrán ser explotados por la administración pública o por particulares, de acuerdo con la ley o mediante concesión especial otorgada por tiempo limitado y con arreglo a las condiciones y estipulaciones que establezca la Asamblea Legislativa".

Otro artículo de vital importancia es el 50, el cual reconoce el derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado y que constituye la base del modelo de desarrollo sostenible del país:

"Artículo 50. El Estado procurará el mayor bienestar a todos los habitantes del país, organizando y estimulando la producción y el más adecuado reparto de la riqueza. Toda persona tiene derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado. Por ello, está legitimada para denunciar los actos que infrinjan ese derecho y para reclamar la reparación del daño causado. El Estado garantizará, defenderá y preservará ese derecho. La ley determinará las responsabilidades y las sanciones correspondientes. Toda persona tiene el derecho humano, básico e irrenunciable de acceso al agua potable, como bien esencial para la vida. El agua es un bien de la nación, indispensable para proteger tal derecho humano. Su uso, protección, sostenibilidad, conservación y explotación se regirá por lo que establezca la ley que se creará para estos efectos y tendrá prioridad el abastecimiento de agua potable para consumo de las personas y las poblaciones" (Asamblea Nacional Constituyente, 1949).

De conformidad con numerosa jurisprudencia constitucional, este artículo constituye la base del derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado. Además, ha permitido establecer la existencia de un modelo de desarrollo democrático sostenible.

b. Convenios y procesos internacionales

Costa Rica ha ratificado una serie de tratados internacionales aplicables al sector MAPE, entre ellos el Convenio de Minamata sobre el Mercurio, Ley 9391 de 2016; el Convenio sobre la Diversidad Biológica, Ley 7416 de 1994 y, en particular, la Decisión 14/3 de la Conferencia de las Partes No. 14 sobre la integración de la diversidad biológica en los sectores de energía y minería, infraestructura, manufactura y procesamiento; el Convenio de Basilea sobre Control Transfronterizo de Desechos Peligrosos y su Eliminación, Ley 7438 de 1994, así como la Ley 6968, Convención contra todas las formas de discriminación contra la mujer.

c. Leyes y reglamentos

A nivel de legislación nacional, se encuentran vigentes varios instrumentos aplicables al sector, en particular:

- Código de Minería, Ley 6797

El Código de Minería, Ley 6797 (abreviado en este documento como CM), constituye uno de los cuerpos normativos fundamentales para la regulación de las actividades mineras, incluyendo las artesanales.

El primer aspecto de relevancia de dicha ley es el reconocimiento del dominio absoluto, inalienable e imprescriptible del Estado con relación a los recursos minerales que existen en el territorio nacional y en su mar patrimonial; cualquiera que sea el origen, estado físico o naturaleza de las sustancias que contengan (artículo 1). De conformidad con el artículo 3, no podrán hacerse exploraciones o explotaciones de sustancias minerales sin el previo permiso de exploración o la concesión de explotación. Corresponderá a la Dirección de Geología y Minas otorgar permisos exclusivos de exploración y concesiones de explotación, previo análisis y aprobación del estudio que haga el correspondiente organismo gubernamental de control sobre el impacto ambiental de tales actividades. Esta constituye una de las disposiciones que, de forma expresa, vinculan el otorgamiento de permisos y concesiones con la aprobación de un estudio de impacto.

Por su parte, continúa el artículo indicando que la exploración o explotación que se realice sin el correspondiente permiso inhabilitará a las personas físicas o jurídicas que emprendan estas actividades para concesiones futuras, por un plazo de diez años contados desde el momento en que se comprueben los hechos, sin perjuicio de las sanciones que correspondan según el Código Penal u otras leyes, y sin perjuicio de las indemnizaciones a que dieren lugar tales actividades, a favor del Estado, de instituciones públicas o de particulares. La inhabilitación a que se hicieren acreedoras las personas físicas afectará también a las personas jurídicas, con las que aquellas tuvieren participación social. El CM regula con detalle sobre los permisos y concesiones, los cuales conceptualiza como derechos reales limitados (artículo 12).

Otro aspecto crucial del CM radica en su Título sobre Normas de Protección al Ambiente. Los titulares de un permiso de exploración o de una concesión de explotación están obligados a cumplir con todas las normas y requisitos legales y reglamentarios, sobre la contaminación ambiental y la recuperación de los recursos naturales renovables, así como sobre las especificaciones y obligaciones relacionadas con la protección del ambiente, que se señalen en la resolución de otorgamiento y en esta ley (artículo 101). Se prohíbe toda acción u operación que deteriore el ambiente natural de manera que haga inservibles sus elementos básicos (artículo 102). Al respecto, el CM enuncia varios factores que deterioran el ambiente, tales como la contaminación del aire, las aguas, suelo y demás recursos naturales. Expresamente incluye: inciso k) La utilización de técnicas de lixiviación con cianuro y mercurio en minería y el uso inadecuado de sustancias peligrosas, de conformidad con lo establecido por la Organización Mundial de la Salud (mediante la reforma introducida por la Ley 8904 del 1 de diciembre del 2010).

El reglamento al CM (Decreto 29300-MINAE del 2001) norma todo lo relativo al otorgamiento de concesiones y permisos. Establece, además, un registro y permiso para la exportación de materiales (oro en este caso) que debe otorgar la Dirección de Geología y Minas.

La Ley 8904 *Reforma Código de Minería y sus reformas ley para declarar a Costa Rica país libre de Minería Metálica a Cielo Abierto* declaró a Costa Rica como país libre de minería metálica a cielo abierto modificando el artículo 8 de la Ley 6797. Además, la norma establece que no se otorgarán permisos ni concesiones para actividades de exploración y explotación de minería metálica a cielo abierto en el territorio nacional, dejando como excepción únicamente los permisos de exploración con fines científicos y de investigación (mediante la adición de un artículo 8 bis al CM).

En esta reforma de la ley, también declaran zonas de reserva minera y se congelan a favor del Estado todas las áreas del cantón de Abangares, Osa y Golfito, con potencial para la explotación de minería metálica, con base en los estudios técnicos que realice la Dirección de Geología y Minas. En las zonas de reserva minera establecida en este artículo, únicamente podrán otorgarse permisos de exploración, concesiones de explotación minera y beneficio de materiales a trabajadores debidamente organizados en cooperativas dedicadas a la minería en pequeña escala para subsistencia familiar, artesanal y coligallero, según las condiciones establecidas en esta Ley y su Reglamento. El otorgamiento de estos permisos y concesiones se dará, exclusivamente, a las cooperativas de trabajadores para el desarrollo de minería en pequeña escala para subsistencia familiar, artesanal y coligalleros de las comunidades vecinas a la explotación minera, tomando como base la cantidad de afiliados a dichas cooperativas.

Las personas trabajadoras afiliadas no podrán pertenecer, a la vez, a más de una cooperativa de minería en pequeña escala. Se entiende como minería en pequeña escala para subsistencia familiar la extracción subterránea que se realiza mediante trabajo colectivo manual y mecánico, donde el volumen por extraer lo establece la Dirección de Geología y Minas, de acuerdo con los estudios técnicos-geológicos presentados en la solicitud de la concesión, tomando en cuenta la utilización de técnicas modernas de explotación para maximizar la extracción metálica y la protección del ambiente, consecuentemente con el desarrollo sostenible. Para la determinación del volumen por concesionar, la Dirección de Geología y Minas deberá aplicar criterios de equidad y proporcionalidad de acuerdo con el número de personas trabajadoras afiliadas y las solicitudes de concesión. Por lo que se autoriza a la Dirección de Geología y Minas para que otorgue permisos de exploración y concesiones mineras para la minería en pequeña escala para subsistencia familiar, artesanal y coligallero.

Adicionalmente, mediante varios transitorios, se establecen otras condiciones para la minería artesanal contemplada en el artículo indicado, entre ellas:

> "Durante el plazo de ocho años, contado a partir de la entrada en vigor de esta reforma, la prohibición de utilización de técnicas de lixiviación con cianuro y mercurio no regirá para los trabajadores organizados en cooperativas mineras dedicadas a la explotación de minería en pequeña escala para subsistencia familiar, artesanal y coligallero".

Por medio del artículo único de la Ley 9662, se acordó prorrogar por cuatro años y por una única vez el plazo anterior de ocho años. De esta forma, la prohibición del uso de cianuro y mercurio comenzaría a regir para este sector en febrero del 2023.

En febrero del 2022, se amplió el plazo establecido en esta normativa mediante la Ley 10132 de fortalecimiento y mejoramiento ambiental de la minería artesanal de Abangares con los siguientes transitorios:

> "Transitorio I- Durante el plazo de ocho años, contando a partir de la entrada en vigencia de esta reforma, la prohibición de utilización de técnicas de lixiviación con cianuro y mercurio no regirá para los trabajadores organizados en cooperativas mineras dedicadas a la explotación de minería en pequeña escala para subsistencia familiar, artesanal y coligallero. En ese plazo, estas personas tendrán la obligación de reconvertir sus actividades al desarrollo de tecnologías alternativas más amigables con el ambiente; para ello, contarán con el apoyo, el asesoramiento y la asistencia técnica y financiera del Estado costarricense.
>
> Para tales efectos dentro de ese mismo plazo, el Estado deberá brindar el apoyo, el asesoramiento y la asistencia técnica a las personas trabajadoras de las comunidades vecinas a la explotación minera que se encuentren debidamente organizadas en cooperativas dedicadas a la minería en pequeña escala para subsistencia familiar, artesanal y coligallero, a efectos de que estos reduzcan paulatinamente, hasta llegar a la eliminación del uso de mercurio y de compuestos de mercurio y las emisiones y liberaciones de mercurio en el ambiente proveniente de esta actividad, ajustándose a las medidas, los plazos y el plan de acción que el Poder Ejecutivo determine, de conformidad con la Ley No. 9391, Convenio de Minamata sobre el Mercurio.
>
> Las técnicas de lixiviación con cianuro y mercurio se podrán seguir utilizando bajo los más estrictos controles que el Estado determine para evitar daños ambientales y en la salud de las personas, de conformidad con los planes referidos, hasta que este certifique a las distintas cooperativas concesionarias como usuarias de tecnologías amigables con el ambiente, de acuerdo con el plan de acción mencionado. Para estos efectos, el Estado dispondrá de un plazo hasta el 10 de febrero del año 2025. El incumplimiento de este plazo, por parte del Poder Ejecutivo, podrá constituirse en el delito de incumplimiento de deberes tipificado en el artículo 339 de la Ley No. 4573, Código Penal.
>
> Para estos fines, la actividad minera en pequeña escala, la artesanal y coligallero tendrán la condición de sector prioritario en el acceso al crédito para su desarrollo, de conformidad con lo establecido en el artículo 7 de la Ley 8634, Sistema de Banca para el Desarrollo, de 23 de abril de 2008 y la banca estatal.
>
> Transitorio VIII- En el plazo de dos meses, contado a partir de la entrada en vigencia de esta ley, el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), por medio de la Dirección de Geología y Minas, deberá realizar un estudio sobre el estado de todas las solicitudes pendientes de resolución, así como de los permisos y las concesiones otorgadas en el área de reserva minera establecida en el artículo 8 de la Ley No. 6797, Código de Minería, de 4 de octubre de 1982. Inmediatamente procederá a la cancelación, previa aplicación del debido proceso, de las concesiones que no cumplan lo dispuesto en dicho artículo. Asimismo, deberá archivar, sin más trámite, todas las solicitudes de permisos o concesiones que se encuentren en esa misma condición de incumplimiento.
>
> Las personas funcionarias públicas responsables del incumplimiento de los plazos establecidos en esta ley incurrirán en el delito de incumplimiento de deberes, de conformidad con lo establecido en el artículo 339 de la Ley No. 4573, Código Penal, de 4 de mayo de 1979.

Transitorio IX- En los tres meses posteriores a la publicación de la presente ley, el Poder Ejecutivo deberá reglamentar lo dispuesto en el artículo 8 de la Ley 6797, Código de Minería, de 4 de octubre de 1982. Dicho reglamento incluirá las disposiciones necesarias para ordenar y dar seguridad jurídica a la actividad de la minería en pequeña escala para subsistencia familiar, artesanal y coligallero. Además, deberá contemplar la asistencia y los incentivos necesarios para promover el desarrollo de tecnologías limpias, así como la promoción de alternativas productivas sustentables como el turismo minero, la orfebrería y otras opciones que den valor agregado a la producción minera en pequeña escala para subsistencia familiar, artesanal y coligallero. El Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), el Ministerio de Economía, Industria y Comercio (MEIC), el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA), el Instituto Costarricense de Turismo (ICT), el Instituto de Desarrollo Rural (INDER), el Instituto Mixto de Ayuda Social (IMAS), el Instituto Nacional de Fomento Cooperativo (INFOCOOP), el Sistema de Banca para el Desarrollo (SBD) y la banca pública deberán colaborar, en sus respectivos ámbitos de competencia, a efectos de que el Estado otorgue la asistencia, los incentivos y la promoción requeridos. El Poder Ejecutivo incluirá, en este reglamento, la creación de una comisión interinstitucional con las instituciones mencionadas en este transitorio, así como con cualquier otra que este considere necesario, para poder dar cumplimiento a estos objetivos.

El incumplimiento de las obligaciones descritas en el presente transitorio, por parte de las respectivas autoridades, será sancionado de conformidad con lo que establece el artículo 339 de la Ley No. 4573, Código Penal, de 4 de mayo de 1970.

Transitorio X- A partir de la entrada en vigencia de la presente ley, y durante un plazo de dieciocho meses, queda habilitada la explotación y el procesamiento del oro por parte de los trabajadores mineros debidamente asociados a las cooperativas de mineros a las que hace referencia el artículo 8 del Código de Minería, que tengan presentadas solicitudes de concesión para el área de reserva minera de este cantón, para lo cual deberán hacer la solicitud correspondiente ante la Dirección de Geología y Minas del Ministerio de Ambiente y Energía, indicando:

- Que el material proviene únicamente del cantón de Abangares, del área concesionada o del área solicitada en concesión, según corresponda.
- El tipo de material a exportar, la cantidad y el peso, tanto bruto como neto, que pertenezcan exclusivamente a las partidas arancelarias del Sistema Arancelario Centroamericano (SAC), a saber, las partidas 710811000000, 710812000000, 710813000000, 710820000000.
- El país, lugar de destino y medio de transporte a utilizar.
- La estimación del valor comercial". (Asamblea Legislativa, 2022)

- Ley Orgánica del Ambiente 7554

Por su parte, la Ley Orgánica del Ambiente 7554 procura dotar a los costarricenses y al Estado de los instrumentos necesarios para conseguir un ambiente sano y ecológicamente equilibrado. El Estado, mediante la aplicación de esta ley, defenderá y preservará ese derecho, en busca de un mayor bienestar para todos los habitantes de la Nación (artículo 1). Así mismo, el Estado y los particulares deben participar en su conservación y utilización sostenibles, que son de utilidad pública e interés social (artículo 2). Son de relevancia las

disposiciones de la Ley relativas a la evaluación de impacto ambiental, la creación y potestades de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA) y sobre la prevención y control de la contaminación. Todas las actividades humanas que alteren o destruyan elementos del ambiente o generen residuos, materiales tóxicos o peligrosos requerirán una evaluación de impacto ambiental por parte de la SETENA. La aprobación previa por parte de este organismo será requisito indispensable para iniciar las actividades, obras o proyectos (artículo 17).

Este numeral requiere, en armonía con lo descrito para el CM, la aprobación necesaria de la evaluación de impacto antes del otorgamiento de concesiones o permisos mineros. Dichas evaluaciones deberán ser realizadas por un equipo interdisciplinario de profesionales inscritos y autorizados por la SETENA, de conformidad con las guías elaboradas por esta. El costo de las evaluaciones correrá por cuenta del interesado (artículo 18). Estas obligaciones generales son desarrolladas mediante una serie de reglamentos, especialmente el de Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental 31849-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC del 2004, que establece los requisitos, procedimientos e instrumentos para obtener la viabilidad ambiental por parte de la SETENA.

Por ahora, este procedimiento, ante la ausencia de un instrumento particular para la minería en general o para el sector MAPE metálico subterráneo, debe completarse atendiendo el sistema genérico previsto en el Reglamento de Procedimientos de Evaluación de Impacto y en el Decreto que regula la elaboración de los estudios de impacto ambiental, DE 32966-MINAE del 2006. Eventualmente, como parte del proceso de revisión que efectúa la SETENA de los documentos presentados por el desarrollador (en este caso el D1), es posible establecer los Términos de Referencia del Estudio aplicables al caso concreto, en atención al estudio y valoración de las condiciones concretas. Esto solo puede ser determinado para cada hipótesis particular.

De conformidad con lo establecido en el CM y el Reglamento 37225, el instrumento técnico que procede para los proyectos mineros lo constituye el estudio de impacto ambiental. Ello aplica, sin duda, a aquellos proyectos nuevos (que no se encuentren operando). En este supuesto, la SETENA ha procedido a elaborar un borrador de herramienta ajustada al caso minero (no metálico y el metálico artesanal permitido) denominado preliminarmente D7, que deberá ser publicado mediante un decreto ejecutivo. Puede considerarse que este proceder responde a la necesidad de ajustar los requerimientos generales a actividades productivas particulares. No obstante, debe precisarse que el D7 actual no está diseñado exclusivamente para el sector MAPE (aunque este es un aspecto aún no concretado), con lo cual aún sería posible determinar si existe la opción de precisarlo más para la minería artesanal subterránea.

Por ahora, este escenario no presenta complejidades legales, más allá del posible costo. Sin embargo, tal como se describió antes, ni el CM ni la Ley 8904 previeron adecuadamente la hipótesis de regularizar actividades en operación (minería artesanal subterránea en ejecución, especialmente en la zona de Abangares) y su compatibilización con otras normas del ordenamiento. En este supuesto de minería en zonas impactadas existen dificultades legales identificadas. Al tratarse de actividades preexistentes, la interpretación es que no procede un estudio de impacto, debido a que este tiene carácter predictivo. Argumento

fundamentado en el artículo 122 del Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA) que establece: "debido a que la evaluación de impacto ambiental es un instrumento predictivo de gestión ambiental no debe ni puede ser utilizado como un instrumento a aplicar para actividades, obras o proyectos que ya se encuentran en operación"; lo que indica la necesidad de otro tipo de evaluación que aborde las actividades en curso.

- Ley General de Salud 5395.

La Ley General de Salud 5395 del 2010 contempla disposiciones que son relevantes para el sector MAPE en al menos dos aspectos esenciales: a) el registro, almacenamiento y manejo seguro de productos peligrosos; y b) los permisos sanitarios de funcionamiento requeridos por la legislación. Asimismo, otros temas relacionados con la gestión de residuos ordinarios, especiales y peligrosos son cubiertos por la Ley 8839 de Gestión Integral de Residuos.

La Ley General de Salud indica que la salud de la población es un bien de interés público tutelado por el Estado (artículo 1). Es función del Estado velar por la salud de la población (artículo 2). Ninguna persona podrá importar, fabricar, manipular, almacenar, vender, transportar, distribuir o suministrar sustancias o productos tóxicos y sustancias, productos u objetos peligrosos o de carácter radiactivo, comburente, corrosivo, irritante u otros declarados peligrosos por el Ministerio, con riesgo o daño para la salud o la vida de las personas y sin sujeción estricta a las exigencias reglamentarias o a las especiales que el Ministerio pueda dictar para precaver el riesgo o peligro (artículo 239 de la Ley).

Toda persona natural o jurídica que se ocupe de la importación, fabricación, manipulación, almacenamiento, venta, distribución, transporte y suministro de sustancias o productos tóxicos, sustancias peligrosas o declaradas peligrosas por el Ministerio, deberá velar porque tales operaciones se realicen en condiciones que eliminen o disminuyan en lo posible el riesgo para la salud y seguridad de las personas y animales que quedan expuestos a ese riesgo o peligro con ocasión de su trabajo, tenencia, uso o consumo, según corresponda (artículo 240).

- Otras leyes relevantes

La Ley 6756 de Asociaciones Cooperativas que norma lo relativo a la constitución y funcionamiento de estas, la Ley Nacional de Emergencia y Prevención del Riesgo 8488 del 11 de enero del 2006 y su reglamento DE 34361 del 21 de noviembre del 2007, además, la Ley Orgánica del Colegio de Químicos de Costa Rica y de Ingenieros Químicos y Profesionales Afines 8412, que requiere de un regente químico cuando las actividades desarrollen ciertos procesos unitarios, como en el caso del procesamiento de materiales.

- Otros reglamentos relevantes

A nivel de reglamentos, se cuenta con varios de estos, entre ellos: el DE 41527-S-MINAE Reglamento General para la Clasificación y Manejo de Residuos Peligrosos; DE 33601 Reglamento de Reúso y Vertido de Aguas Residuales; DE 40705-S Reglamento Técnico RTCR 478:2015 Productos Químicos, Productos Químicos Peligrosos, Registro, Importación y Control; DE 28930-S Reglamento para el Manejo de Productos Peligrosos; DE 37757-S Reglamento sobre valores guía en suelos para descontaminación de sitios afectados por emergencias

ambientales y derrames; DE 39472-S Reglamento General para autorizaciones y permisos sanitarios de funcionamiento otorgados por el Ministerio de Salud.

d. Análisis del marco normativo

Existen vacíos y barreras importantes en el ordenamiento jurídico aplicable al sector MAPE, a continuación, se analizan los más relevantes.

La definición de minería artesanal contenida en el artículo 8 del Código de Minería podría resultar insuficiente para comprender, dentro de la posible regularización (o para el caso de nuevas concesiones), a ciertas actividades que no encuadren dentro de lo conceptualizado como tal. Cabe recordar que la definición de minería artesanal del Convenio de Minamata resulta mucho más general y vaga[1], pero lo dispuesto en el artículo 8 del CM es congruente con esta.

La reforma introducida por la Ley 8904 permitiría otorgar concesiones a la minería subterránea en los tres cantones indicados (Abangares, Osa y Golfito), siempre que se trate de organizaciones cooperativas. A la fecha, esta forma jurídica parece haber sido aceptada por los pobladores, al menos en la zona de Abangares y ha sido declarada constitucional. No obstante, estos requisitos para las zonas indicadas dejarían por fuera de la legalidad a personas que se dedican a la MAPE de forma independiente.

Una de las principales omisiones de la normativa radica en la carencia de disposiciones tendientes a regularizar la minería artesanal y en pequeña escala previamente en operación, mediante el establecimiento o reformas a los requisitos legales necesarios para obtener la respectiva concesión. En este orden de ideas, se ha constatado que resulta necesario adaptar ciertas disposiciones del Código de Minería para armonizarlas con la forma de operar del sector, con miras a permitir la regularización de este. Un conjunto completo y coherente de disposiciones institucionales y sustantivas orientadas a la regularización no existe en el país.

En el CM se hace referencia a las cooperativas de trabajadores para el desarrollo de minería en pequeña escala para subsistencia familiar, artesanal y coligalleros de las comunidades vecinas. Posiblemente, en atención a la posibilidad de nuevas personas que deseen dedicarse a la minería, no estableció el requisito de demostrar de previo esta condición, únicamente la de vecino. Sin embargo, esta última no se verifica en la práctica por parte del Ministerio de Trabajo.

Desde el punto de vista normativo, debe igualmente distinguirse entre: a) actividades en curso (especialmente en la zona de Abangares) y b) actividades por ser ejecutadas en áreas nuevas, en las cuales no existen labores mineras previas. Para estas últimas, no existirán obstáculos legales, solo deben cumplir con el correspondiente procedimiento ante la DGM y la SETENA fundamentalmente, mediante la presentación y revisión de un estudio de impacto ambiental y el otorgamiento de la licencia ambiental; después de los otros requisitos para obtener la respectiva concesión minera. En síntesis, con respecto a las nuevas actividades MAPE, se debería aplicar el estudio de impacto ambiental, eventualmente, mediante el em-

1 Véase el artículo 2 inciso a) del Convenio de Minamata que indica que se entiende por "extracción de oro artesanal y en pequeña escala" la llevada a cabo por mineros particulares o pequeñas empresas con una inversión de capital y una producción limitadas.

pleo de un mecanismo adaptado a las particularidades del sector, como lo sería la propuesta de un instrumento de evaluación de impacto ambiental minero, que podría ser ajustada aún más si lo anterior resulta técnicamente viable, sin desproteger el derecho y garantía constitucional a un ambiente sano del artículo 50.

No obstante, en caso de las primeras (minería actualmente desarrollada sin concesión y otros requisitos), se encuentran obstáculos para regularizar, debido a lo dispuesto en el artículo 3 del Código de Minería (que manda inhabilitar por 10 años a quienes exploten el recurso sin la respectiva concesión) y por la exigencia de un estudio de impacto ambiental. Por su parte, la Ley Orgánica del Ambiente y normativa conexa no permiten hacer uso de dicho instrumento para el caso de actividades en curso. En este caso, en el supuesto de utilizarse un estudio de diagnóstico ambiental (EDA), además de no ser congruente con la exigencia de un estudio de impacto que refiere el CM, se evidenciaría la situación de uso ilegal del recurso generando las consecuencias del artículo 3 citado.

Esta potencial antinomia debe ser resuelta para avanzar con la regularización. Una alternativa consiste en reformar el CM para establecer que, en el caso de actividades mineras subterráneas en ejecución (según definición por ser desarrollada), procede un instrumento de evaluación diferente al estudio de impacto determinado por la SETENA; este puede ser un "instrumento de gestión ambiental minero correctivo" como ocurre en derecho comparado. Esta enmienda debe ir acompañada de los consiguientes cambios al Código de Minería para no sancionar a quienes hayan incurrido en acciones ilegales (que puede tomar la forma de una amnistía).

En este momento, debido a la carencia de concesiones para las actividades que se encuentran explotando oro, no resulta legalmente factible presentar la solicitud para la exportación del material tal como lo dispone el Reglamento al CM. Lo anterior debería impedir la comercialización internacional mediante exportación del oro al menos en teoría. No obstante, a la fecha no se cuenta con una Nota Técnica que requiera de dicha autorización emitida por la DGM como requisito para exportar oro que resulte, además, congruente con las partidas arancelarias del sistema aduanero, aunque se encuentra un borrador de Nota Técnica a la espera de su aprobación por las autoridades respectivas.

No fue posible identificar alguna norma que demande algún permiso por motivos de trazabilidad o similares, para la comercialización doméstica (nacional) del oro. Este puede constituir un vacío, especialmente a la luz de posibles iniciativas para obtener certificaciones u otros incentivos que permitan diferenciar y agregar valor a la venta del material.

A pesar de lo dispuesto en el Convenio de Minamata, respecto a que la procedencia del consentimiento fundamentado previo para la importación de mercurio (artículo 3) sea otorgado de forma general y previa, o bien para cada caso particular según prevé el Convenio, no existe por ahora un procedimiento establecido para dar cumplimiento a esta disposición del Convenio de Minamata por parte de la Dirección de Gestión de Calidad Ambiental del Ministerio de Ambiente y Energía, en su condición de punto focal de este. Esta omisión debería ser solventada apropiadamente, por ejemplo, mediante una Nota Técnica.

Con respecto a la importación y venta de mercurio, existen algunos vacíos y lagunas. De conformidad con el marco legal, la adquisición de mercurio o cianuro no se encuentra sujeta

a ningún requisito por parte del comprador, una vez que se haya puesto en el mercado nacional, si bien para el caso del Sector MAPE se aplica el Anexo I del DE 37225-MINAE.

Por lo anterior, el marco legal costarricense minero específicamente diseñado para el sector y fundamentalmente contemplado en la Ley 8904 no ha podido desplegar su efectividad ante las barreras legales que provienen de otras leyes; cuyo impacto y repercusiones no fueron debidamente sopesadas al momento de aprobar dicho cuerpo normativo. Esta conclusión conlleva plantearse la necesidad de una ley de regularización que la aborde de manera completa y congruente y evite las discrepancias, lagunas, barreras y contradicciones identificadas. Consecuentemente otras disposiciones legales aplicables, como pueden ser el registro, comercialización y uso del mercurio y cianuro; los permisos sanitarios de funcionamiento y licencias municipales, las autorizaciones para la exportación de materiales (oro), entre otros, no es posible implementarlos ante la ausencia de legalidad en la operación.

La siguiente tabla resume el marco legal analizado para la MAPE en Costa Rica.

Cuadro 3. Resumen del marco legal relativo a la MAPE en Costa Rica

Normativa	Artículo	Importancia/ Relevancia
Constitución Política de Costa Rica	Art. 9	Establece el dominio del Estado sobre los recursos y riquezas del subsuelo.
	Art. 50	Derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado.
	Art.121	Los recursos podrán ser explotados por la administración pública o por particulares, de acuerdo con la ley o mediante concesión especial otorgada por tiempo limitado por la Asamblea Legislativa.
Ley 9391, Convenio de Minamata sobre el Mercurio	Art 7.	Medidas para las partes, cuya MAPE es más que insignificante, puedan reducir y, cuando sea viable, eliminar el uso de mercurio y de compuestos de mercurio de esas actividades, así como las emisiones y liberaciones de mercurio en el medio ambiente provenientes de ella.
Ley 7416, el Convenio sobre la Diversidad Biológica y Anexos	Decisión 14/3 de la Conferencia de las Partes 14	Integración de la diversidad biológica en los sectores de energía y minería, infraestructura, manufactura y procesamiento.
Ley 7438, Convenio de Basilea sobre Control Fronterizo de Desechos Peligrosos y su Eliminación	Art.4	Obligaciones de reducir al mínimo la generación de desechos peligrosos, velar por su manejo adecuado y regular los movimientos transfronterizos.
Ley 6968, Convención contra todas las formas de discriminación contra la mujer.	Art.14	Obligación del Estado de prestar atención a los problemas especiales que enfrentan las mujeres en zonas rurales.

Normativa	Artículo	Importancia/ Relevancia
Código de Minería Ley 6797 y sus reformas (Ley 8904 y Ley 10132) y los reglamentos DE 37225-MINAE y DE 29300-MINAE.	Art. 8	Establecimiento de las zonas de reserva minera.
	Art. 8 bis.	Prohibición de la minería metálica a cielo abierto en todo el país.
	Art. 102	Prohibición del uso de mercurio y cianuro excepto para MAPE organizados en cooperativas.
	Transitorios I, VIII, IX y X a la Ley 8904	Autorización temporal para el uso mercurio y cianuro para MAPE.
Ley Orgánica del Ambiente 7554	Art.17 Art. 18	Necesidad de una evaluación de impacto ambiental para las actividades humanas que alteren o destruyan elementos del ambiente o generen residuos, materiales tóxicos o peligrosos.
Ley General de Salud 5395.	Art. 239- 244	Disposiciones para registro, almacenamiento y manejo seguro de productos peligrosos, y permisos sanitarios de funcionamiento requeridos por la legislación.
Ley de Asociaciones Cooperativas 6756	Art. 1, 2 y 3	Constitución y funcionamiento de las cooperativas.
Ley Nacional de Emergencia y Prevención del Riesgo 8488 del 11 de enero del 2006 y su reglamento Decreto 34361 del 21 de noviembre del 2007	Art. 13 y 14	Acciones para reducir las causas de las pérdidas de vidas y las consecuencias sociales, económicas y ambientales, inducidas por los factores de riesgo de origen natural y antrópico.
Ley Orgánica del Colegio de Químicos de Costa Rica y de Ingenieros Químicos y Profesionales Afines, 8412	Art.20	Obligación de contar con profesionales que supervisen el uso de sustancias químicas.

6. Liderazgo y organización de la MAPE a nivel nacional y local

En el cantón de Abangares, se produce una gran cantidad de interrelaciones a nivel de actores institucionales vinculados con el sector MAPE. Estos están representados por entes que pertenecen al sector gubernamental o estatal, el sector privado, organizaciones no gubernamentales (ONG), academia y por organizaciones comunales. Cada uno de estos sectores tiene algún nivel de participación en las dinámicas productivas, económicas, sociales, ambientales y políticas que se desarrollan en la zona. Estos actores deben ser analizados y considerados como sujetos que se verán involucrados de alguna manera en las iniciativas que busquen la formalización del sector MAPE, los cuales pueden ser clasificados en públicos, privados, de apoyo técnico y comunales.

Las instituciones gubernamentales que por su naturaleza y funciones tienen una mayor presencia e injerencia directa son el MINAE a través de la DGM, responsable de otorgar las concesiones de minería; la SETENA, quien aprueba los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) y la DIGECA que tiene la representación ante el Convenio de Minamata, así como otras en-

tidades vinculadas que brindan permisos específicos como el Ministerio de Salud y la Municipalidad de Abangares.

Adicionalmente, existen otras entidades que brindan asistencia técnica y apoyo en la conformación y fortalecimiento de las cooperativas mineras, como son el Instituto Nacional de Fomento Cooperativo (INFOCOOP), el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS) y la Dirección Nacional de Desarrollo Comunal (DINADECO). En general, las últimas entidades mencionadas, con la excepción de DINADECO, tienen poder o influencia, pero han desarrollado pocas acciones en apoyo al sector MAPE.

A nivel local, la Unión Cantonal de Asociaciones de Desarrollo de Abangares (UNCADA), a partir del año 2020, ha tenido un rol importante en la compra y comercialización del oro, dado que el MINAE limitó la comercialización del oro de Abangares solo a través de esta entidad, por la existencia de denuncias judiciales por el supuesto trasiego de oro de otras partes del país como oro proveniente de MAPE, y se busca también limitar la comercialización de oro en el mercado negro. Además, se identifican organizaciones que brindan capacitación, asistencia técnica y financiamiento como es el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA), el Banco Popular y de Desarrollo Comunal (BP) y el Banco Nacional de Costa Rica (BNCR); quienes, a pesar de su interés, tienen poco poder para incidir en la toma de decisiones de las personas dedicadas a la MAPE de oro.

En el sector MAPE, se identifican nueve cooperativas establecidas o en proceso de formación y una asociación (la Asociación Nacional de Mineros (ANAMI)), CoopeOro R.L. es la cooperativa de mayor antigüedad, la cual fue constituida en el 2006 y es la única cooperativa que dispone de concesión minera ante la DGM. Posteriormente, se establecieron las cooperativas Coope Bonanza R.L en el año 2011 y Coope Abangares R.L. en el 2014. En el 2019, se establecieron las cooperativas Coope Oro Verde R.L. y Coope Oro Sólido R.L. Las cooperativas Coope Oro Rosa R.L, Coope Beta R.L, Coope Guaitilar y Uniocoop se encuentran en proceso de formación. A pesar de la existencia de estas cooperativas, solo agremian cerca del 20% de las personas dedicadas a la MAPE. Estas cooperativas mineras, a pesar de contar con un porcentaje bajo de agremiados, son entidades que tienen poder e incidencia en la toma de decisiones de los mineros locales.

La siguiente figura identifica las posiciones de interés y poder de estos actores.

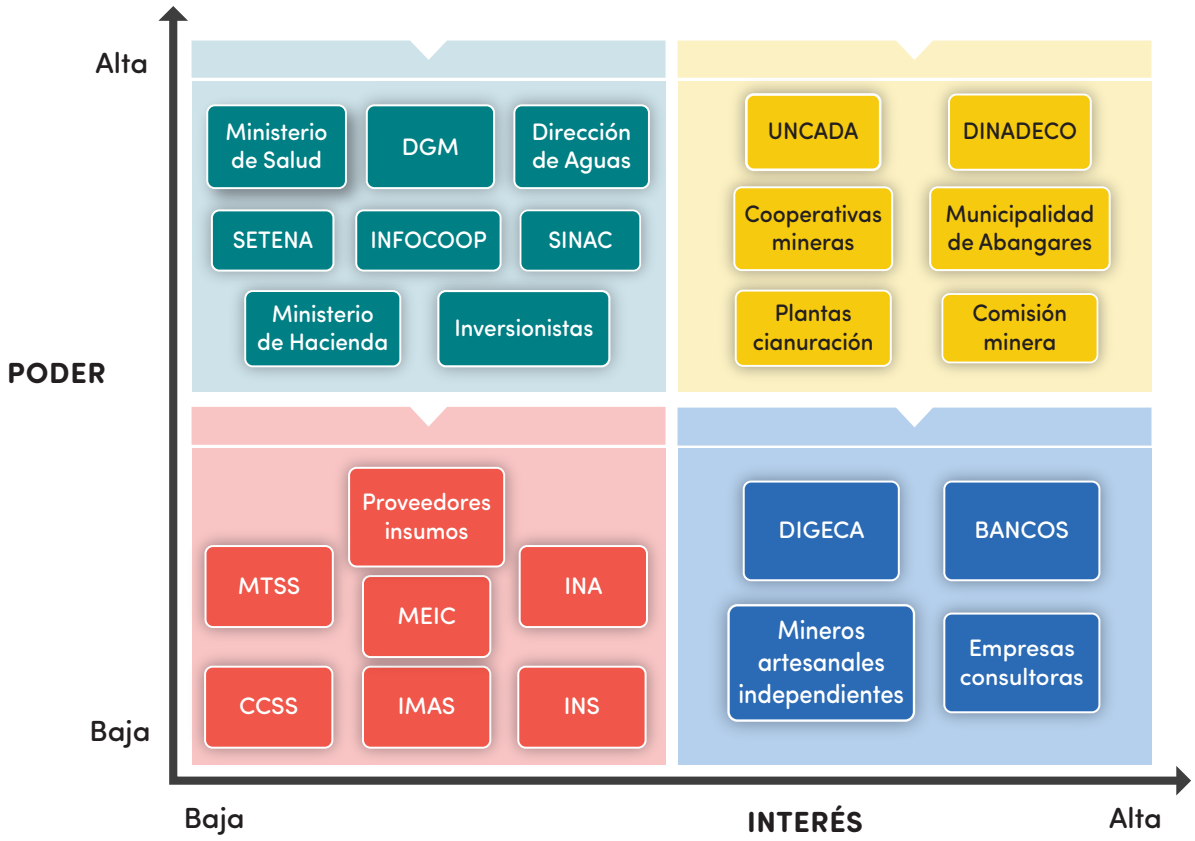


Figura 6. Matriz de poder/interés de los actores identificados en el MAPE

Fuente: elaboración propia.

El diagrama anterior es producto del análisis de los tipos de involucrados en la actividad y sirve para determinar el tipo de relación que ha de establecer con cada uno en las estrategias de este plan. A los involucrados que estén en el cuadro Bajo/Bajo mantener informados, al igual que a quienes estén en el cuadrante de poco poder y mucho interés. A quienes tengan mucho poder y poco interés, así como quienes poseen un interés alto y mucho poder, hay que involucrarlos activamente, pues son las fuerzas activas en la comunidad.

En el sector de minería artesanal de Abangares, se identifican cuatro perfiles de personas involucradas en la MAPE, que pueden estar afiliadas o no a una cooperativa. A continuación, se describe cada uno de estos tipos de personas involucradas:

1. Posee rastras, extrae el material, lo procesa y vende directamente el oro.
2. Sin rastras, extrae el material, lo procesa en una rastra alquilada y vende el oro directamente.
3. Posee rastras, extrae el material, lo procesa en una rastra propia y vende directamente el material, pero, además, alquila la rastra a otras personas mineras.
4. Perfil empresarial, pues tiene varias rastras para procesar su propio material y tiene personal a su cargo.

Adicionalmente, están otros actores clave que brindan servicios en el sector, los cuales son:

1. Personas propietarias de rastras de alquiler, pero que no procesan material propio.
2. Quienes brindan el servicio de acarreo del material.
3. Quienes proveen insumos de forma legal o en el mercado negro (maquinaria, herramientas, mercurio y fulminantes).
4. Personas o entes comercializadoras de oro, legales, como es la UNCADA y compradores en el mercado negro.
5. Orfebres y joyerías.
6. Profesionales que brindan asesoría a las cooperativas y a las personas involucradas en la MAPE en general en temas legales y técnicos.
7. Empresas locales que adquieren lamas contaminadas con mercurio y las procesan con cianuro.

La participación en la cadena de valor es desigual, se logró aplicar instrumentos a una cantidad limitada de personas, por lo que, posteriormente, se debe ampliar con una muestra más representativa; sin embargo, esto permitió percibir predominancia de un género sobre otro en ciertas etapas de la MAPE en la zona. Por ejemplo, en las etapas donde se demanda mayor esfuerzo físico, como la extracción y la molienda, se identificó mayor participación de hombres; en contraste, las etapas de amalgamación y comercialización se refieren como las etapas donde se da mayor participación de las mujeres. La valoración cualitativa según la información proporcionada por las personas involucradas en la actividad se muestra en la siguiente figura. Esta información debe profundizarse con mayores estudios en la zona.

Etapa	Participación percibida	
Prospección y exploración	Hombres	
	Mujeres	
Extracción y explotación	Hombres	
	Mujeres	
Transporte	Hombres	
	Mujeres	
Procesamiento del material: molienda	Hombres	
	Mujeres	
Procesamiento del material: amalgamación	Hombres	
	Mujeres	

Etapa	Participación percibida	
Valor agregado	Hombres	
	Mujeres	
Comercio	Hombres	
	Mujeres	

Figura 7. Participación percibida por género en las etapas de la MAPE de oro en Abangares.

7. Comercio y demanda de mercurio y oro

El mercurio que utilizan las personas dedicadas a la MAPE de oro en Abangares proviene principalmente de Nicaragua y México, el cual ingresa a territorio costarricense de forma ilegal por la frontera norte y se vende en el mercado negro a un precio no regulado. El precio promedio del mercurio adquirido para estos fines es de 35 000 colones ($ 57, con un tipo de cambio promedio de 615 colones por dólar estadounidense) por cada libra de mercurio, a abril de 2021.

Las personas involucradas en MAPE utilizan el mercurio para la extracción del oro, el cual recuperan en parte para su reutilización; un porcentaje se libera al ambiente (en el aire y el agua) y el resto queda depositado en las lamas, que son acumuladas en piletas. Algunas personas venden estas lamas a una empresa local para su procesamiento a precios muy bajos (100 000 colones, $ 162, por cada 30 metros cúbicos), dada la falta de regulación. No se registran importaciones legales de mercurio para usos en minería.

La cadena de comercialización del oro es compleja, dado que actualmente solo pueden exportar oro con valor comercial las empresas que disponen de una concesión para la extracción y procesamiento. Sin embargo, la DGM no tiene competencia para regular ni para extender autorizaciones para exportar oro chatarra u oro ya industrializado (joyería, oro reciclado a partir de desechos electrónicos, oro coloidal y otros).

A raíz de una investigación judicial en el 2020, se tomaron acciones contra el tráfico ilegal de oro que afectaron sensiblemente a la comunidad minera de Abangares. Ante el conflicto social, se autorizó como excepción temporal, a la Unión Cantonal de Asociaciones de Desarrollo de Abangares (UNCADA), para la comercialización y exportación de oro con valor comercial. En este sentido, las personas involucradas en la MAPE en Abangares actualmente realizan la actividad minera de forma ilegal, pero pueden vender legalmente el oro a la UNCADA, quien lo funde y exporta a EE. UU. en lingotes como oro en bruto.

La UNCADA compra el oro fijando el precio a partir de un porcentaje (92% o menos dependiendo del quilataje) del precio internacional del oro fijado en el momento de la compra, el cual verifica en páginas web. No obstante, por la condición de ilegalidad que mantienen las personas involucradas en la MAPE, y por temor a su condición actual, hay quienes prefieren vender parcialmente o en su totalidad el oro a compradores en el mercado negro, quienes lo comercializan a través de Nicaragua u otros países.

Las exportaciones de oro mostraron un comportamiento similar en los años 2015, 2016 y 2020, donde rondaron los 18 millones de dólares americanos por año, que implicaron la venta de 186,9 Tm, 230,4 Tm y 3,6 Tm respectivamente, dirigidas principalmente al mercado estadounidense; fue exportado como oro en bruto, de acuerdo con el precio internacional del oro, el nivel de contenido de oro o pureza y el quilataje. En los años 2017, 2018 y 2019, se produjo una exportación atípica de oro por montos equivalentes a los 30 millones de dólares americanos, que implicó la exportación de 557,2 Tm, 1175,1 Tm y 889,8 Tm respectivamente. Sin embargo, los montos de oro reportados no concuerdan con las cantidades indicadas en las estadísticas oficiales, las cuales muestran inconsistencias con respecto a la cantidad de oro que se podría extraer y exportar de un país como Costa Rica, donde la minería de oro es principalmente artesanal. Esto indica que se podría estar presentando una falta de control en la trazabilidad de las estadísticas reportadas, donde la información que brindan los exportadores podría no ser la correcta, y es la fuente de donde se extraen las estadísticas, lo que genera estadísticas inexactas. O bien, por otra parte, que exista una exportación de oro en bruto que ingresa de forma ilegal al país y se exporta como oro extraído de la minería costarricense.

Las importaciones de oro se han mantenido similares en el tiempo, con la excepción del 2015, cuando se importaron 59,6 Tm, en tanto que, en el 2016, 2017, 2018 y 2019, se importaron 7,2; 6,7; 4,8; 4,8 y 4,6 Tm respectivamente, con montos aproximados de $20 millones por año. En el 2015, 2016 y 2020, a pesar de que el país tiene una balanza positiva en términos de toneladas de oro, el monto importado en dólares americanos es mayor al exportado, debido a que el oro que el país importa es de mayor valor agregado, ya sea con un mayor nivel de pureza, en joyas u otro tipo de valor añadido, en tanto que el oro que el país exporta es en bruto, con un bajo quilataje y nivel de pureza.

Las exportaciones de oro representaron cerca del 10% del valor agregado del sector de explotación de minas y canteras para el 2015, un 8,9% para el 2016, un 17,1% para el 2017, un 17% para el 2018 y un 16,5% para el 2019; por ende, la mayor parte del valor agregado de este sector corresponde a canteras. Sin embargo, la estimación de la contribución de la minería de oro en las cuentas nacionales del país puede estar subestimada, debido a que, según lo indicado por UNCADA, en promedio, se compra 30 kg de oro por mes (aproximadamente 360 kg por año) a las personas dedicadas a la MAPE; si se pagaran al precio de la onza troy, utilizando el precio promedio del 2020 ($1 769,6), solo lo registrado por este comprador podría generar cerca de 20 millones de dólares, sin considerar el quilataje y la calidad del oro, el cual puede estar mezclado con plata y otros minerales. Es importante considerar que la UNCADA compra solo un porcentaje del oro que se extrae en Abangares, el cual podría rondar un 20% aproximadamente.

8. Aspectos económicos

El valor agregado del sector de explotación de minas y canteras para 1991 era de 3 010 millones de colones y para el 2019 se estimó en 107 449 millones de colones. Este sector ha tenido una participación de 0,3% a 0,5% del producto interno bruto (PIB) y una tasa de crecimiento o de variación que ha fluctuado considerablemente en los últimos 20 años. Las

exportaciones de oro representan el 10% de este sector, donde la contribución del sector oro podría estar subestimada en el cálculo de las cuentas nacionales de acuerdo con estudios realizados por la DGM. El crecimiento del sector oro en Costa Rica, principalmente en la última década, podría estar relacionada con los fuertes incrementos en el precio del oro y el aumento en la demanda a nivel internacional, pero estos no son todos los factores que podrían estar incidiendo en el comportamiento del sector, que también podría estar vinculado a otras causas como es el riesgo e incertidumbre generados en los últimos años (principalmente en el año 2020) ante la fluctuación de los mercados, donde la inversión en oro es una inversión segura.

La economía del cantón de Abangares gira alrededor de la actividad de minería artesanal de oro. En el censo de población del 2011, se indica que el 10 % de la población se dedicaba directamente a la producción minera artesanal; sin embargo, otras actividades como ocupaciones elementales (34 %), venta de locales y servicio directo (19 %), así como operación de maquinaria y ensamblaje (11 %) están vinculadas con la producción minera; dado que, con el tiempo, se han desarrollado subactividades que brindan servicios complementarios a la actividad, como es la venta de maquinaria y equipo, arrendamiento de las rastras, servicios de transporte del material a ser procesado, y una serie de servicios requeridos para el funcionamiento de la actividad minera, por ejemplo, los servicios bancarios, financieros y administrativos, de alimentación (supermercados, restaurantes, sodas) y agropecuarios.

En Abangares, cada persona involucrada en la MAPE extrae en promedio 1 418 gramos de oro al año, los cuales se venden a un precio promedio de 19 331 colones ($31,3) el gramo, lo que implica un ingreso bruto promedio por persona dedicada a esta actividad de 27,4 millones de colones al año ($44 526,3). La intervención de la UNCADA como comprador y comercializador del oro ha generado un incremento en el precio de compra del oro, comparado con los otros compradores que continúan comprándolo en el mercado negro, quienes lo pagan a un precio inferior al de UNCADA, además del efecto coyuntural producto del alza del precio del oro a nivel internacional.

En este sentido, si se considera un universo aproximado de 2 000 personas involucradas, los ingresos brutos del sector MAPE podrían ascender a $89,1 millones, con una extracción de 2,8 toneladas de oro al año. Esta información es consistente con la cantidad de oro promedio que podría comprar UNCADA en un año, que implica una inversión aproximada de $ 20 millones.

Menos del 20 % de las personas involucradas en esta actividad ha formalizado su negocio ante el Ministerio de Hacienda, sin embargo, cerca del 86 % de esta población dispone de una cuenta bancaria y un 68 % aproximadamente dispone de seguridad social propia y para sus familias. En su mayoría, los temores a la formalización de la actividad minera son debidos a lo siguiente:

- Desconocimiento sobre el proceso de inscripción y lo que implica.
- La informalidad (ilegalidad) de la actividad de minería artesanal.
- Los ingresos limitados e inconstantes que genera la actividad minera.

- La mayoría de los gastos no pueden ser reportados, dado que son bienes comprados en el mercado negro, como el mercurio y los fulminantes.
- El oro tiene un precio establecido por el mercado internacional, por ende, no podrían cobrar el impuesto al valor agregado (IVA), y si lo tienen que pagar, tendrían que reducirlo de su ganancia.

El siguiente gráfico muestra la frecuencia de expresión de estos temores desglosados por género.

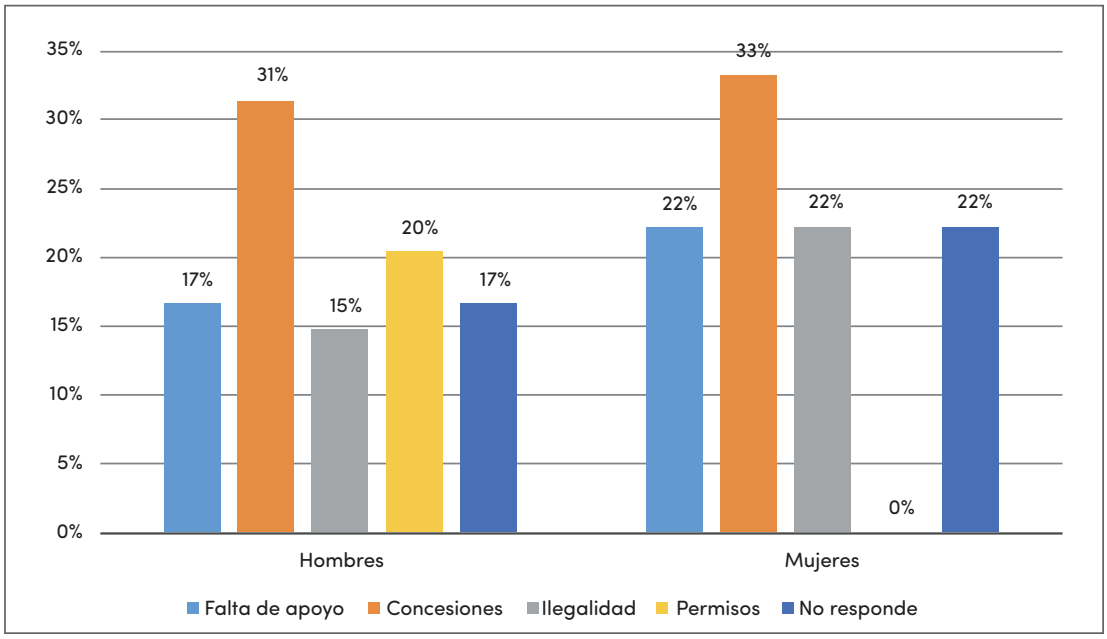


Figura 8. Frecuencia de las razones que impiden la legalización de la actividad por género

Fuente: elaboración propia a partir del estudio socioeconómico elaborado para este plan.

9. Información demográfica y social

Costa Rica tiene una población de 5 111 221 habitantes a junio del 2020, con una tasa de crecimiento de la población de 1,05%. Del año 1999 al 2019, la población ha aumentado aproximadamente en 1,2 millones de personas, cuyo crecimiento es cada vez más lento. Hasta el año 2006, la población creció en dos personas por cada 100 habitantes, en tanto que, a partir del 2017, la población está creciendo cerca de una persona por cada 100 habitantes.

La tendencia en el crecimiento de la población en los últimos 20 años indica una desaceleración en el crecimiento como consecuencia de cambios en el comportamiento de la dinámica de la población, la fecundidad y la mortalidad (INEC, 2020). En el cantón de Abangares, la población a junio del 2020 era de 20 016 habitantes. Para el 2019, la tasa bruta de natalidad (14,94%) de Abangares está por encima de la tasa a nivel nacional (12,7%) y la tasa bruta de mortalidad (5,79%) es mayor que la tasa a nivel nacional (4,8%); lo que implica que hay más nacimientos y con una tasa de mortalidad infantil más baja que el promedio

nacional (3,37%), pero, a su vez, una mayor cantidad de defunciones que el promedio a nivel nacional.

A través de una encuesta realizada a 63 personas mineras en el sitio de compra de la UNCADA, se determinaron los siguientes datos:

- El nivel de escolaridad de los hombres involucrados en la MAPE es principalmente de primaria completa (48 %); en el caso de sus cónyuges o parejas es mayor, pues consiste en su mayoría en secundaria completa (34 %), como se muestra en la siguiente figura.

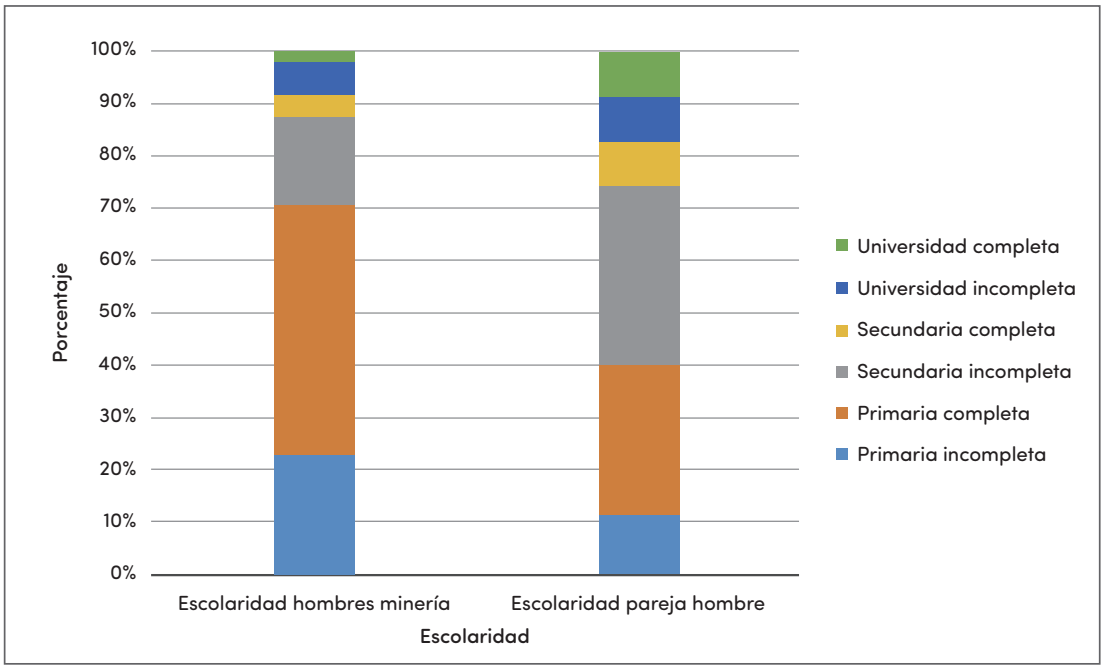


Figura 9. Estimación de la escolaridad de los hombres involucrados en minería y sus parejas.

Fuente: elaboración propia.

- En tanto que las mujeres involucradas en el MAPE, la mayoría poseen secundaria completa (44%), mayor que sus parejas o cónyuges, quienes mayoritariamente poseen primaria incompleta (50 %). Esta información se muestra en la siguiente figura.

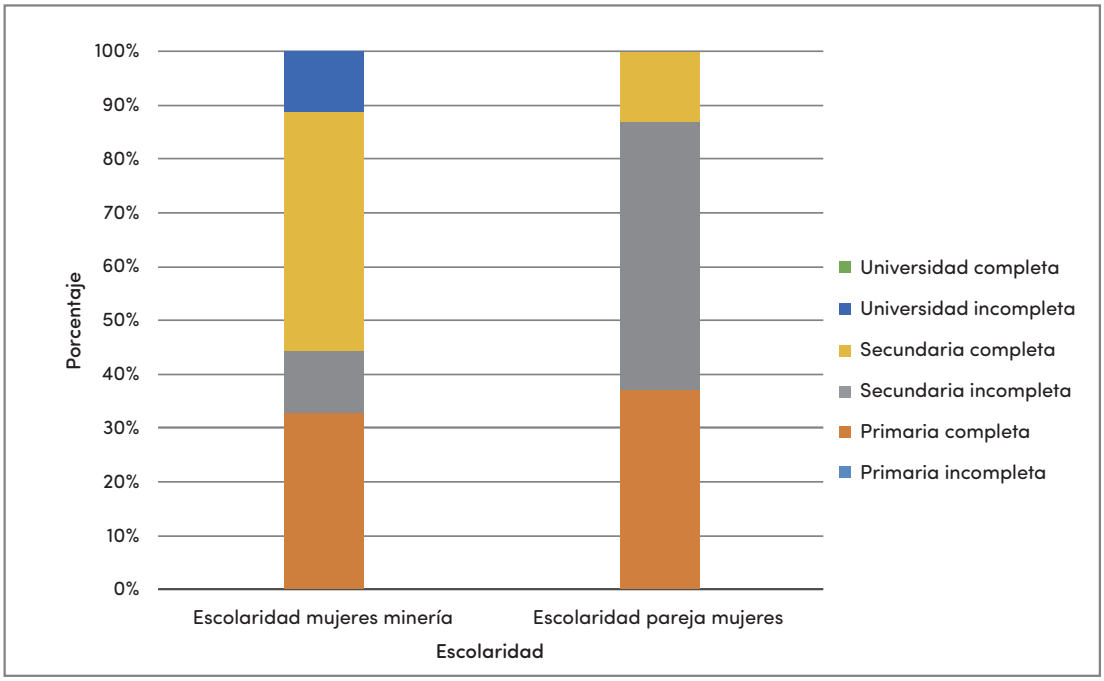


Figura 10. Estimación de la escolaridad de las mujeres involucradas en minería y sus parejas.

Fuente: elaboración propia.

La mayor escolaridad de las mujeres mineras y de las parejas o cónyuges, en el caso de los hombres mineros, es consistente con la observación realizada en las giras al campo, donde se detectó mayor involucramiento de la administración.

- El 42% de los hombres mineros, de acuerdo con la consulta realizada, indica que sus cónyuges o parejas participan activamente en el negocio de la minería, principalmente en la administración de los recursos financieros, en la compra de insumos y en muchos casos en la venta del oro, además del trabajo doméstico. Mientras que el 100% de las mujeres mineras indican que sus parejas se involucran en esta actividad, extrayendo material y manejando las rastras.
- La cobertura en primaria es de un 88,33% con una tasa de repitencia del 0,37% y una cobertura en secundaria del 96,75%.

Quienes se dedican a esta actividad, en promedio, tienen 2,1 hijos, la edad promedio de los hijos es de 17,9 años y el 53,2% dispone de una beca para financiar sus estudios. Los hijos generalmente se involucran en el negocio de sus padres desde pequeños, como lo muestra la siguiente figura.

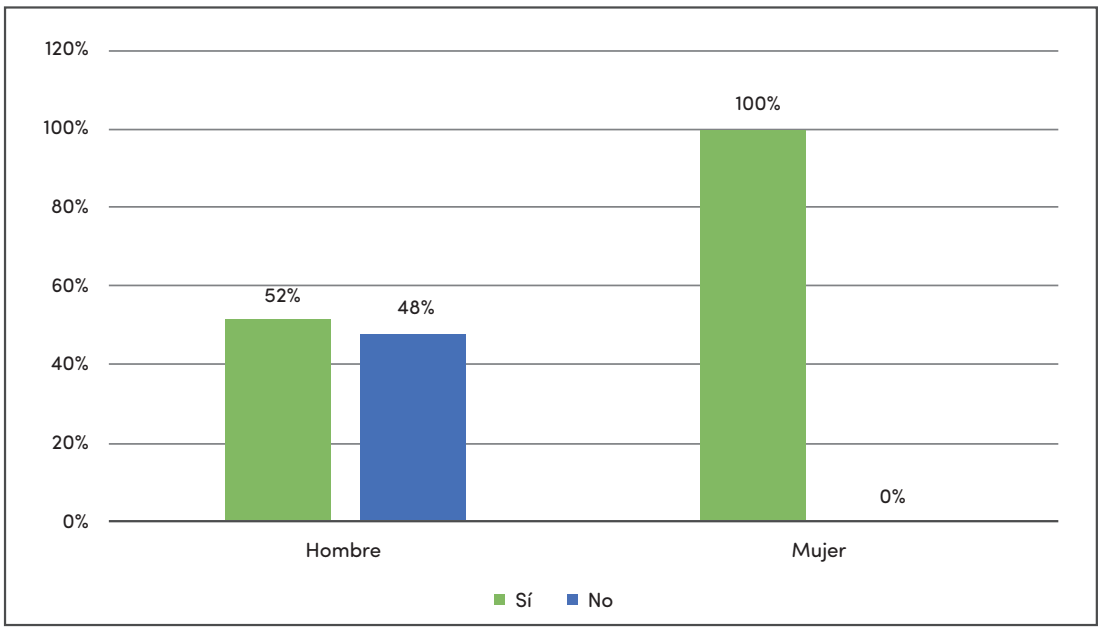


Figura 11. Participación de miembros de la familia en la actividad minera para el 2021

Fuente: elaboración propia.

En el censo realizado por la DGM en Abangares durante 2012, se identificaron 252 personas, sin embargo, la cantidad en ese momento podría ascender a 700 personas. En este estudio, se señala que la actividad involucra a todos los miembros de la familia. Dicha información se encuentra desactualizada y se carece de un censo reciente que permita determinar la cantidad exacta de personas que se dedican a la minería artesanal de oro en Abangares. La información más actualizada que permite conocer con mayor certeza la cantidad aproximada de personas involucradas en la MAPE es la suministrada por la UNCADA que, a febrero del 2021, registraba 449 clientes a quienes esta entidad compra el oro; de los cuales, 357 personas (79,5%) son trabajadores independientes, que no se encuentran afiliados a alguna cooperativa. No obstante, de acuerdo con las entrevistas realizadas a líderes de las cooperativas, se estima que la cantidad de personas involucradas en esta actividad podría ascender a 2 000, las cuales desarrollan la actividad minera de forma ilegal.

10. Información ambiental

En cuanto a los impactos del sector MAPE sobre el medioambiente, existen evidencias de que la actividad ha venido generando una afectación ambiental en algunos componentes del espacio físico sobre el cual se desarrolla, principalmente, en el aire y en el sedimento/suelo.

El principal impacto generado por la actividad en el aire corresponde a la contaminación atmosférica producto de los vapores de mercurio emitidos durante las fases de calentamiento de la amalgama en la retorta. Además, hay que tomar en consideración que algunas de las personas involucradas en la MAPE realizan la fundición de su esponja de oro de manera previa a su venta, por lo que, en estos casos, igualmente se podrían estar emitiendo vapores de mercurio e incluso de otros contaminantes al ambiente.

Si bien es cierto, en los últimos años se ha dado una migración de las plantas hacia las afueras de los sitios poblados; en algunas ocasiones, las plantas y, por ende, los sitios de quemado de la retorta o de fundición de la esponja de oro se ubican junto a las casas de habitación; por lo que existiría una mayor exposición a los gases, por parte de los miembros de la familia, habitantes de dichas casas o, en caso de existir, de vecinos cercanos.

En lo que respecta a la contaminación de sedimentos/suelo, tal como se detalló en la Sección 4, se ha determinado que la principal pérdida de mercurio en el ambiente en los procesos de beneficiado mineral (16,3% del total de mercurio ingresado al sistema) se genera en los residuos conocidos como lamas; por lo que podría decirse que la mayor carga contaminante producto de la minería artesanal en la zona de Abangares se dispone en las propias lamas.

De acuerdo con las entrevistas realizadas, se tiene que, aproximadamente, un 94% de las personas dedicadas a esta actividad venden sus lamas a una planta industrial en el sector, por lo que esta acopia la mayor cantidad de volumen de lamas que se generan en la MAPE. También, aparentemente, esta planta procesa estas lamas con el uso de cianuro para extraer así el oro residual, a pesar de haber sido procesadas previamente con mercurio. En cuanto al uso del cianuro para el procesamiento de lamas que contengan mercurio, esta es una práctica ambientalmente nociva, debido a que se podrían generar compuestos bio-disponibles de mercurio y cianuro; tampoco es una práctica rentable desde el punto de vista económico, ya que hace el proceso de recuperación menos eficiente, debido a que, cuando el mercurio está presente en el sedimento, compite con el cianuro en el proceso de extracción del oro, lo que significa que debe usar más cianuro, encareciendo el proceso. Quienes no venden sus lamas a la planta en cuestión proceden a almacenarlas dentro de sus propiedades y disponerlas a manera de montículos de relativa poca altura, y con extensiones laterales variables, en función de la disponibilidad de espacio con que cuente el terreno.

En lo que respecta a las aguas subterráneas, no existen estudios que reporten la presencia de contaminación a causa de las plantas de procesamiento; sin embargo, tomando en consideración que las pilas de lamas son excavadas directamente en el suelo o saprolito, y que no se impermeabilizan de manera previa al ingreso de las lamas, existe la posibilidad de que, en algunos casos, se pueda estar dando algún tipo de contaminación. Como complemento a esta información, se realizaron mediciones de mercurio, plata, oro, plomo, cadmio y arsénico en muestras de diferentes matrices a lo largo de esta región durante los meses de marzo y abril del 2022. Se midieron estos metales en sedimentos de las pilas de colas de diez sitios MAPE, en diez muestras de suelos distribuidas en puntos estratégicos a lo largo de esta región, además de nueve muestras de sedimentos en la parte alta, media y baja del Río Abangares, Río San Juan y la Quebrada Sierra. Estos se complementaron con el muestreo y análisis de mercurio elemental gaseoso en aire ambiente en tres puntos de la comunidad.

El informe de resultados de estos análisis se muestra en el anexo 4, donde se evidencia la influencia de la actividad minera en la zona.

11. Información de salud

Para obtener esta información, se llevó a cabo un diagnóstico a partir de la evaluación de la capacidad institucional y la evaluación rápida de salud siguiendo la metodología establecida por la OMS (Organización Mundial de la Salud, 2021). El estudio diagnóstico fundamenta el diseño de la Estrategia de Salud Pública (ESP) que se presenta en este documento.

a. Evaluación de la capacidad institucional del sector salud para atender las necesidades del personal, de forma directa o indirecta, de la MAPE

Costa Rica cuenta con un sistema de salud estructurado en niveles de atención, el cual incluye un primer nivel desconcentrado por todo el territorio nacional y provee servicios de prevención de enfermedades y promoción de la salud, así como curativos de menor complejidad. Además, existe una red hospitalaria que oferta servicios de segundo y tercer nivel, curativos y de rehabilitación a nivel regional y nacional. El principal proveedor de atención en salud es la Caja Costarricense del Seguro Social (CCSS).

El acceso a la atención en salud se fundamenta en un seguro de contribución obligatoria y de financiamiento múltiple (patrono, el Estado y la persona trabajadora). Se trata de un seguro social de cobertura universal que busca la atención con equidad y de manera solidaria; principios que constituyen la CSSS que es también el principal asegurador en materia sanitaria del país.

En el ámbito laboral, las personas trabajadoras (asalariadas) deben estar aseguradas obligatoriamente por sus patronos ante el sistema de salud de la CCSS; adicionalmente, deben contar con una póliza de riesgos del trabajo por parte del INS que garantice la cobertura en el caso de accidentes laborales. Así mismo, existen otras modalidades de aseguramiento en el sistema de salud para personas no asalariadas que amplían su cobertura, tales como trabajador independiente (persona que genera ingresos de una actividad propia), seguro voluntario (persona que no percibe ingresos, pero que, de alguna forma, pueden pagar un seguro) y seguro por el Estado (otorgado por el Estado a personas que, por condiciones socioeconómicas, se ven imposibilitadas al acceso de las maneras antes descritas y a grupos vulnerables).

El sistema de salud costarricense cuenta con una rectoría radicada en el Ministerio de Salud, autoridad y representante gubernamental que, además, debe garantizar la regulación en diversos ámbitos como el de salud ambiental. La rectoría y la regulación convocan a múltiples actores organizados en redes para promover el acceso a la atención en salud, la vigilancia en salud y promover ambientes saludables, entre otras.

La población de Abangares es atendida por dos Áreas de Salud (Abangares y Colorado), las cuales tienen a su cargo siete Equipos Básicos de Atención Integral en Salud (EBAIS) que dan cobertura a la MAPE; de estas, solamente el Área de Salud de Abangares posee servicios de urgencias las 24 horas. El hospital designado para el territorio es el Hospital Enrique Baltodano Briceño, el cual se encuentra aproximadamente a una hora de distancia en transporte motorizado. Los servicios relacionados a regulación de la salud ambiental y vigilancia son administrados por el Área Rectora de Salud Abangares (ARS) del Ministerio de Salud.

Como resultado de la evaluación rápida de los centros de salud que ofrecen servicios de atención en la comunidad de la zona de MAPE, los centros de salud considerados en esta ERS poseen, a nivel de atención primaria, un 77% (Área de Salud de Abangares) y al segundo nivel de atención un 85% (Hospital Dr. Enrique Baltodano Briceño, hospital regional de atracción de la zona) de los medicamentos recomendados por la OMS. Los medicamentos que no disponen son algunos relacionados al tratamiento de infecciones bacterianas, no obstante, presentan otros que realizan esta misma función como doxiciclina o amoxicilina 500 mg, por ejemplo.

El ARS dispone de un 48% de los servicios de salud mencionados en la herramienta de la OMS. No obstante, los faltantes en su mayoría son complementados con los servicios con los que sí cuenta el Hospital Enrique Baltodano Briceño (como se muestra en la figura a continuación); en este punto, ambos indican la deficiencia del servicio de detección de trastornos neurológicos, lo cual resulta preocupante ante una exposición crónica a un neurotóxico por excelencia como lo es el mercurio.

Los servicios de primer y segundo nivel disponen de los recursos humanos y técnicos para responder a las necesidades de atención de la población. Sin embargo, en el caso de los recursos técnicos, el examen laboratorial de mercurio no está disponible a nivel local ni regional (las muestras deben ser trasladadas al tercer nivel de atención, localizado fuera de la región) y se constata que no existe especialidad en neurología, ni profesionales en el área de toxicología o salud ambiental vinculados directamente a los servicios considerados. Tampoco se cuenta con medicamentos para tratar intoxicaciones agudas por químicos como el mercurio y el cianuro a nivel local o regional.

El país dispone de espacios e instrumentos institucionales suficientes de gestión de la salud ambiental y la salud pública a nivel nacional, para comprender el riesgo asociado a la contaminación y exposiciones en la MAPE, así como para actuar en materia de atención mediante la regulación ambiental y la atención en salud. Sin embargo, en la práctica, no se enfocan suficientemente en los riesgos asociados a la MAPE, por la condición de ilegalidad de una buena parte de la actividad minera y, en segunda instancia, porque no se ha dimensionado el problema epidemiológico ni la forma de actuar coordinadamente en prevención de enfermedades y promoción de la salud.

Las decisiones en materia de salud pública se toman sin evidencias científicas sobre los riesgos asociados a la MAPE, por lo que se necesita elevar el nivel de investigación para proteger la salud. La regulación del espacio geográfico, la prestación de servicios como el suministro de agua o la gestión de residuos sólidos, así como los propios servicios de atención médica no asumen suficientemente la posibilidad de contaminación ambiental por mercurio.

El análisis epidemiológico no se incorpora en las personas relacionadas con la MAPE, no existe estratificación y enfoque en los grupos de personas que se exponen directamente a la minería y sus familias o en aquellas personas con condición de vulnerabilidad que pudieran estar expuestas, como son las mujeres embarazadas y los menores de edad. La exposición a procesos de contaminación por mercurio u otros agentes presentes en toda la actividad minera no se incorporan como parte de la explicación de la situación de salud en la zona de MAPE.

Otros determinantes de la capacidad institucional para responder en salud pública en la zona de MAPE son: la incorporación de actores a la red de gestión, su sensibilización y capacitación, el nivel de coordinación entre ellos, así como la calidad de las interacciones en el marco de una red colaborativa bajo valores compartidos.

Un elemento trascendente relacionado directamente con la vulnerabilidad social y su relación con la susceptibilidad de las personas en la zona MAPE tiene que ver con la respuesta del Estado y, por lo tanto, con la incorporación más fuerte de instituciones de la política social que permitan identificar, en un principio, aquellos grupos sociales objetivo con una perspectiva de riesgo a la salud para facilitar el acceso a seguro social; en el caso de aquellas personas que no cuenten con ingresos suficientes y a la atención médica. Este es el caso de personas migrantes o aquellas que viven en condiciones de precariedad y que están vinculadas a la actividad minera o resultan expuestas indirectamente por la contaminación ambiental comunal.

La sensibilización y la capacitación de actores sociales son dos acciones que se necesita reforzar, particularmente las dirigidas a aquellos que se desempeñan en el sector salud, llamados a fortalecer sus roles en materia de atención integral de la problemática de salud en la zona de MAPE. Por ejemplo, debe existir un vínculo más efectivo con las personas involucradas en las MAPE y sus organizaciones en sus sitios de trabajo, para actuar en prevención de accidentes de manera coordinada con los actores que atienden emergencias como son la Cruz Roja, Bomberos y la CCSS.

La gestión de los riesgos que afectan la salud en la MAPE es compleja y demanda la articulación de actores estatales y de la sociedad civil para constituir redes de trabajo que permitan acciones preventivas y de promoción de la salud, además de las curativas y de rehabilitación. Además del Ministerio de Salud y la CCSS, debería vincularse el Ministerio de Educación Pública, el Ministerio de Trabajo, el gobierno local y la sociedad civil.

El fortalecimiento de la rectoría estatal en la zona de MAPE resulta una necesidad para enfocar el quehacer de los actores en la atención de los problemas de salud asociados a la minería que es una actividad socioeconómica sustantiva en la zona.

b. Evaluación rápida de salud de las personas involucradas en la MAPE (ERS)

La síntesis de los principales resultados correspondientes a la ERS se inicia con la discusión de los hallazgos sobre las condiciones de vida y situación de salud en la MAPE; seguido de la evaluación rápida de los lugares de trabajo y los centros de salud que cubren la zona. Finaliza con las percepciones de los informantes claves sobre el riesgo a la salud y su gestión.

La minería en la zona es una actividad que en muchas de las ocasiones se ha convertido en una labor familiar; la inclusión de las personas del círculo de sociabilidad más próximo del trabajador o la trabajadora en la línea de producción y la construcción de ambientes de trabajo en la vivienda son una práctica común en la minería de Abangares. En consecuencia, la exposición a productos químicos y otros peligros laborales no solamente impactan potencialmente a la persona minera como tal, sino que existe la posibilidad de exposición a los gases y partículas generados por la quema del mercurio en un entorno inmediato, así como

contaminación sónica, formando parte de los factores determinantes proximales de la salud de las familias y la comunidad.

Parte de la vulnerabilidad social de la población de Abangares está dada por la situación económica y el nivel de instrucción. El cantón mencionado se ubica en una región socioeconómica que ocupa el tercer lugar de las regiones del país con mayor incidencia de pobreza, según Encuesta Nacional de Hogares (INEC, 2020); asimismo, posee un Índice de Desarrollo Social Cantonal que lo sitúa como un cantón con un nivel de desarrollo "muy bajo" (44,65) en comparación con los demás cantones del país (MIDEPLAN, 2017).

El relativamente bajo nivel escolar, la concentración del empleo en actividades de baja remuneración y la carencia de bases técnicas contribuyen a un aumento de vulnerabilidad que, en ocasiones, se traduce en una incapacidad de respuesta para adaptarse y enfrentar los riesgos existentes a la salud. Esta situación también contribuye a que las personas se involucren en la minería, en primer lugar.

Se presentan algunas deficiencias en la gestión ambiental que son de importancia para la salud pública, las cuales pueden convertirse en una potencial vía de exposición. Por ejemplo, las aguas residuales domésticas son, en ocasiones, depositadas directamente o de manera accidental en las cercanías del río Abangares y sus afluentes; estas se derivan muchas veces de procesos mineros y domésticos. Además, existe un inadecuado sistema de disposición de aguas residuales en todo el territorio cantonal.

Del mismo modo, los residuos sólidos producto de las actividades MAPE (envases que almacenan mercurio, lanas y sacos) se introducen como un residuo ordinario al sistema de gestión de residuos de la Municipalidad, a pesar de estar en contacto con un material tóxico, convirtiéndose en un residuo peligroso sin el correcto procesamiento para su disposición final. Se presume que muchos de ellos son quemados o enterrados.

Por otra parte, la población de esta localidad, por lo general, presenta dentro de sus principales incidentes: enfermedades del sistema circulatorio (hipertensión arterial), enfermedades vectoriales, diabetes *mellitus*, violencia intrafamiliar, enfermedades de tipo influenza, enfermedades diarreicas agudas, episodios de depresión, escabiosis y causas externas de mortalidad y morbilidad, tales como accidentes de tránsito y otras como caídas o lesiones producto del esfuerzo físico.

Al realizarse una revisión de tasas de morbilidad de eventos específicos que podrían tener relación con la exposición al químico, se encontró que eventos como trastorno afectivo bipolar, hipertensión arterial, neumonía, infecciones respiratorias agudas y cáncer presentan tasas más elevadas que las nacionales y con suficiente evidencia estadística para afirmar que hay diferencia significativa entre los valores de Abangares con respecto a los regionales o nacionales, como se muestra en el cuadro, a continuación.

Cuadro 4. Tasas de incidencia de posibles enfermedades relacionadas a exposición a mercurio en Abangares, Región Chorotega y Costa Rica por 100 000 habitantes, del año 2015

Evento	Tasas de incidencia año 2015		
	Abangares	Regional	Nacional
Trastorno afectivo bipolar	5,19	0,82	1,74
Hipertensión arterial	347,76	237,73	297,61
Neumonía	145,33	76,6	48,92
Infecciones respiratorias graves	5,19	5,47	33,69
Infecciones respiratorias agudas	64,96	32,75	28,47
Otros tipos de cáncer	20,96	26,68	80,75

Fuente: Ministerio de Salud, 2015.

Revisando posibles efectos cognitivos, se detectaron valores mayores en todos los tipos de adecuaciones educativas, incluso duplican la frecuencia de las adecuaciones no significativas de Costa Rica. Según se muestra en el siguiente cuadro, existe suficiente evidencia para aceptar que en todos los indicadores hay diferencia significativa entre Abangares y los territorios en cuestión. Esto no demuestra con certeza una asociación causal, es decir, no se puede atribuir la ocurrencia de los casos únicamente a la exposición al tóxico, para ello son necesarios estudios de mayor profundidad.

Cuadro 5. Comparación de porcentaje de estudiantes con adecuaciones de acceso y curriculares del cantón de Abangares, Región Chorotega y Costa Rica para el año 2018

Evento	Porcentaje de estudiantes		
	Abangares	Regional	Nacional
Discapacidad o condición	27,20%	20,80%	21,90%
Adecuaciones no significativas	30,70%	12,90%	14,40%
Adecuaciones significativas	7,80%	4,10%	2,20%

Fuente: Ministerio de Educación Pública, 2020.

A partir de la evaluación rápida de los lugares de trabajo (inspección visual en el campo), se identificaron peligros potenciales en las fases de extracción, procesamiento y recuperación de oro y mercurio. La fase de extracción es la que reúne la mayor cantidad de peligros para los trabajadores, están presentes casi todos los peligros concebidos en la lista chequeo, excepto la exposición a mercurio. Sin embargo, en las fases de procesamiento del mineral y la quema de la amalgama, aparece la exposición a gases tóxicos como es el mercurio y otros de gran potencial por su impacto en la salud. Es oportuno mencionar que el peligro presente en los tres ambientes de trabajo (extracción, procesamiento y recuperación de oro y mercurio) visitados se acentúa por la falta y no utilización de equipos de protección personal (como se muestra en la siguiente figura).

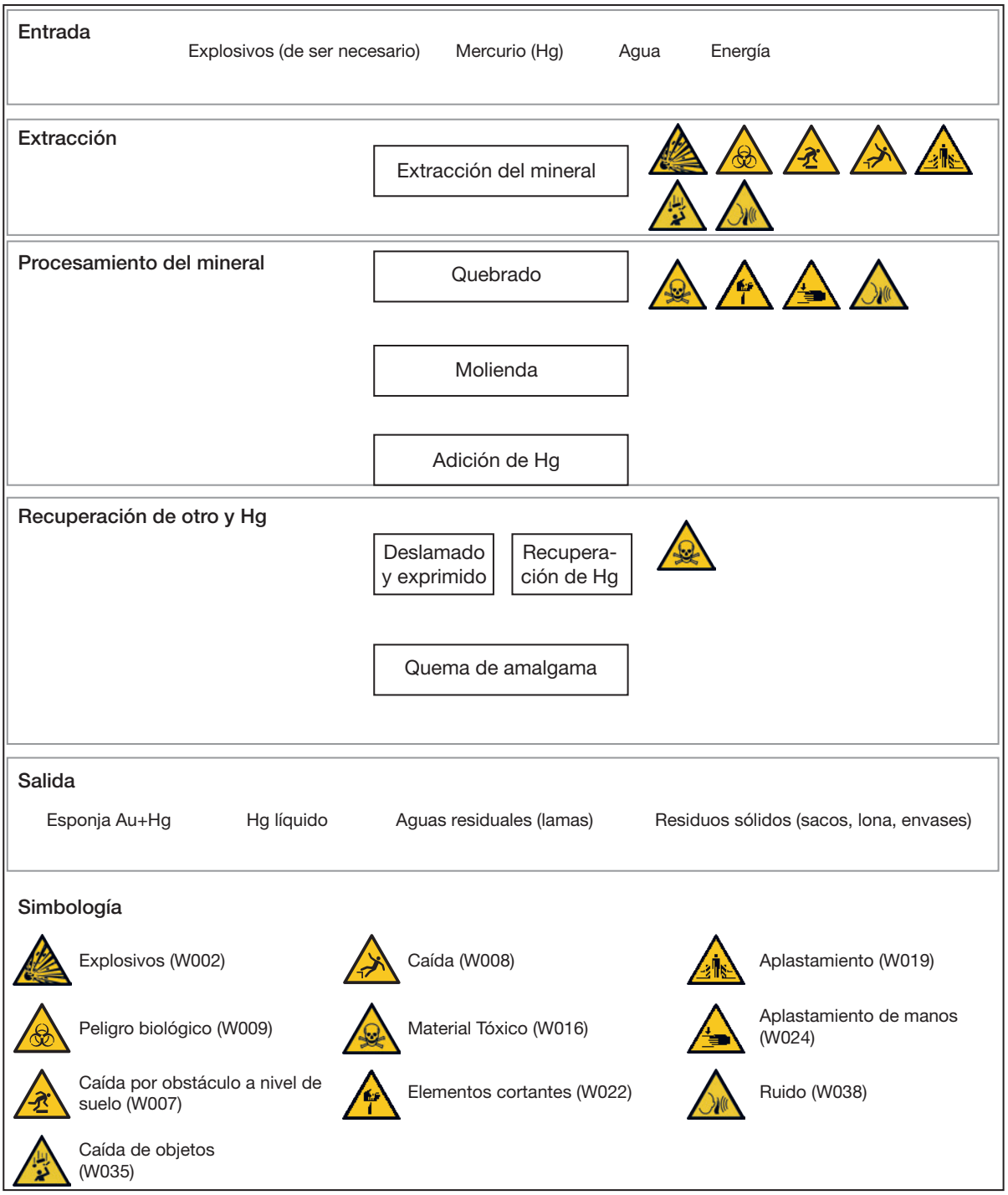


Figura 12. Diagrama de procesos de la actividad MAPE y sus peligros según la norma ISO 7010.

Entre los determinantes sociales de la salud, la situación de ilegalidad en el ejercicio de la actividad minera se expresa como un problema de acceso al seguro de salud y, por lo tanto, a la atención sanitaria más allá de las emergencias médicas. No existe un registro médico vinculado a la minería, así como el control médico periódico para valorar, por ejemplo, la

evolución de la exposición a agentes tóxicos como el mercurio o la presencia de morbilidad y antecedentes patológicos familiares que lo hacen más susceptible.

Un aspecto de orden sanitario que define el estilo de vida de las personas involucradas en MAPE es su baja percepción del riesgo asociado a esta, incluso los propios riesgos del trabajo con agentes tóxicos como el mercurio. Por otro lado, la bonanza en las minas se asocia en no pocos casos con las celebraciones en las que se consume alcohol. Estos rasgos de su estilo de vida se han asociado, aunque de manera débil, a su situación de vulnerabilidad social y susceptibilidad frente a las exposiciones en la MAPE.

Otras consideraciones que refuerzan la vulnerabilidad de las personas involucradas en MAPE son la circunstancia de ilegalidad que rodea al trabajo en esta. El hecho de que la actividad en la MAPE no esté regularizada legalmente significa trabajo encubierto, lo que se agrava en algunos casos por la situación migratoria no autorizada de muchas personas mineras inmigrantes.

La dificultad de acceso a la atención en salud de las personas involucradas en MAPE y sus familias, explicadas por la carencia de seguros y la ilegalidad de la actividad, por una parte, y por otra, la falta de enfoque de la respuesta social en salud en la actividad de la MAPE y sus riesgos, abren una brecha en la gestión que debería ser cerrada por la ESP.

12. El proceso de toma de decisiones

A nivel de ejecución del proyecto *Desarrollo del Plan Nacional de Acción de Minamata para reducir y hasta dónde sea posible eliminar el uso del Mercurio en la Minería Artesanal de Oro en Costa Rica, para proteger la Salud y el Ambiente, y en concordancia con la Ley No. 8904"*, contempló la organización de un Comité Directivo compuesto por las siguientes instituciones:

- Despacho del Viceministerio de Energía del MINAE
- Dirección de Gestión de Calidad Ambiental (DIGECA) del MINAE
- Dirección de Geología y Minas (DGM) del MINAE
- Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA) del MINAE
- Ministerio de Salud
- Centro Coordinador del Convenio de Basilea, Centro Regional del Convenio de Estocolmo para América Latina y Caribe con sede en Uruguay (BCCC-SCRC)

Dicho Comité validó los términos de referencia para la contratación de los expertos que elaboraron los estudios nacionales, con el fin de establecer la línea base de la MAPE descrita anteriormente, así como las estrategias y objetivos de reducción de uso de mercurio propuestos en este documento.

Se realizaron dos actividades de validación de las estrategias propuestas donde participaron miembros de la comunidad minera de Abangares, así como de las instituciones involucradas. Como parte del proceso de divulgación de este plan, se prevé la realización de actividades de presentación a las autoridades nacionales y a las personas mineras en la zona de Abangares.

IV. LAS METAS DE REDUCCIÓN Y LOS OBJETIVOS NACIONALES

La economía del cantón de Abangares gira alrededor de la actividad de minería artesanal de oro. En el Censo de Población del 2011, se refleja directamente que el 10% de la población indicó que se dedicaba a la producción artesanal; sin embargo, otras actividades como ocupaciones elementales (34%), venta de locales y servicio directo (19%), así como operación de maquinaria y ensamblaje (11%) están vinculadas con la producción minera, dado que, con el tiempo, se han desarrollado subactividades que brindan servicios a los mineros, como es la venta de maquinaria y equipo, arrendamiento de las rastras, servicios de transporte del material por ser procesado, y una serie de servicios requeridos para el funcionamiento de la actividad minera, como son los servicios bancarios, financieros, administrativos, de alimentación (supermercados, restaurantes, sodas) y agropecuarios.

Sin embargo, en la legislación actual y sus reformas existe un vacío que imposibilita regularizar una actividad en curso, ya que las herramientas fueron diseñadas para proyectos nuevos de gran escala, que penalizan drásticamente a quien, habiendo iniciado una actividad de forma ilegal, intente regularizarse. Hay una falta de coordinación efectiva de las partes interesadas en la implementación de programas relacionados con la MAPE y la aplicación de políticas y regulaciones, lo que ha aumentado la desconfianza en las autoridades y obstaculizan el acceso a información fidedigna de la actividad.

La extracción de oro en la MAPE se realiza actualmente mediante la amalgamación del mineral en bruto, la quema de la amalgama en zonas residenciales y el tratamiento con cianuro de las lamas contaminadas con mercurio. Todas estas prácticas son establecidas por el Convenio de Minamata como las peores prácticas por eliminar en la actividad MAPE.

Algunas iniciativas individuales de modernización y adaptación de técnicas gravimétricas no han sido del todo exitosas para eliminar el uso de mercurio y mejorar la eficiencia en la extracción de oro, debido a la poca asistencia técnica que han recibido las personas involucradas en MAPE; lo que se evidencia en el poco control de los procesos de molienda, la compra y posterior abandono de equipos concentradores por carecer de los accesorios requeridos o debido a que las condiciones de conexión eléctrica, suministro de agua o alimentación de material no son apropiadas para funcionar como un sistema completo. Tampoco se cuenta con entes que puedan brindarles capacitación técnica, ni con una opción a nivel nacional para el tratamiento de pasivos ambientales, como las lamas o relaves. Estos problemas se han agravado con las soluciones temporales ofrecidas a la comunidad, pues solo se extienden los periodos de gracia para continuar con el uso de mercurio, pero no se implementan acciones que faciliten la regulación y el cambio tecnológico.

También se presentan situaciones sociales complejas, como falta de alternativas de empleo, inseguridad jurídica, entre otras, que no han sido resueltas de forma satisfactoria. A pesar de ser una actividad compartida por el núcleo familiar en la mayoría de los casos, las acciones hasta ahora implementadas no promueven la participación activa de las mujeres ni reconocen el papel que actualmente desempeñan.

A pesar de que en la zona de Abangares se manifiesta una incidencia superior a la nacional en algunos padecimientos, no se han implementado políticas de salud pública que aborden esta problemática. Tampoco se han dado campañas informativas sobre el uso de productos químicos nocivos, como el mercurio y el cianuro.

Debido a toda la problemática anteriormente descrita, se define el siguiente objetivo nacional para este Plan Nacional de Acción:

1. Objetivo nacional

Reducir y, hasta donde sea posible, eliminar el uso del mercurio en la minería artesanal y en pequeña escala de oro en Costa Rica, para proteger la salud y el ambiente, mediante el asesoramiento y la asistencia técnica a las personas involucradas en la actividad minera de la zona de Abangares, según las obligaciones establecidas por la normativa nacional que permitan eliminar las malas prácticas presentes en la actividad descritas en el Convenio de Minamata.

A fin de lograr este objetivo nacional, se plantean las siguientes metas de reducción:

Meta de reducción: reducir las emisiones y liberaciones de mercurio en la MAPE a un 50% del valor de referencia respecto a la estimación actual promedio anual de 34,4 Tm de mercurio/año para el 2028 y una reducción del 100% para el 2030.

2. Estrategias y objetivos del Plan Nacional de Acción

A raíz de la necesidad de integrar en el Plan Nacional de Acción a todos los actores involucrados en la MAPE de oro y la importancia de orientar esfuerzos a priorizar acciones que permitan la aplicación del Convenio de Minamata en Costa Rica, se determinaron los siguientes ejes estratégicos, tomando como guía el Anexo C del Convenio.

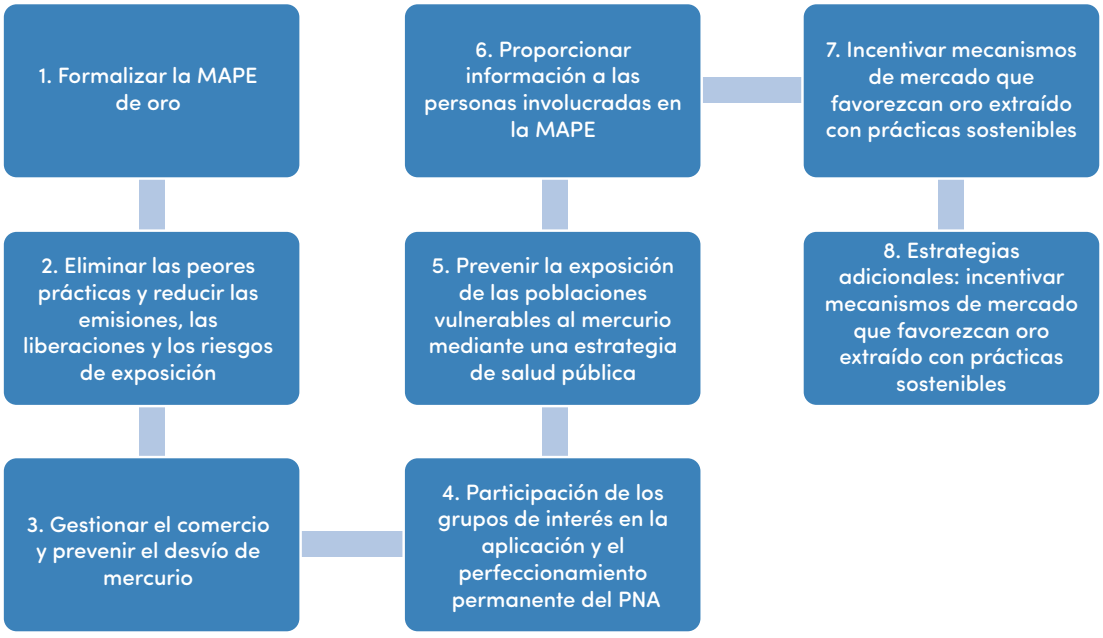


Figura 13. Estrategias del Plan Nacional de MAPE para Costa Rica

V. ESTRATEGIAS DE APLICACIÓN

Las acciones detalladas necesarias para implementar las estrategias descritas se encuentran en la sección *Plan de trabajo,* a continuación. Además, se indica el vínculo entre las estrategias elegidas, los objetivos nacionales y los objetivos de reducción descritos en la sección anterior.

1. Estrategias

La información proporcionada por los estudios de diagnóstico de la MAPE de oro en Costa Rica permitió tener una visión integral de la problemática de esta actividad, la cual llevó a desarrollar las estrategias que se presentan a continuación. Estas estrategias fueron validadas en dos talleres, donde participaron las instituciones públicas involucradas, personas dedicadas a la minería, asociaciones de profesionales y academia, entre otros actores interesados. Dichos talleres permitieron tener una amplia discusión sobre las barreras legales para la formalización de la actividad, la problemática sobre los modelos de organización vigentes, los efectos sobre la salud del mercurio, los impactos ambientales y las formas de fortalecer la cadena de valor de los productos obtenidos. A continuación, se plantean las estrategias de aplicación, sus objetivos específicos y líneas de acción.

a. Medidas para facilitar la formalización de la MAPE de oro

Estas medidas pretenden que las personas dedicadas a la MAPE de oro en Costa Rica formalicen su actividad de extracción de oro, con el objetivo de que se logre certeza jurídica para el sector minero y un adecuado proceso de fiscalización de dicha actividad, bajo un programa que facilite el proceso.

La correcta implementación de las acciones de este plan depende de la existencia de equipos profesionales capacitados en las diferentes áreas de la minería artesanal de oro, que puedan llevar a cabo las actividades de monitoreo y asistencia técnica, así como el desarrollo de los instrumentos de buenas prácticas mineras y ambientales, entre otras acciones.

Dentro de las distintas instituciones involucradas, se debe identificar el personal técnico idóneo para conformar estos equipos facilitadores en los procesos. Para esto, se debe contar con recursos económicos y humanos suficientes en cada institución, que permitan reclutar y mantener el personal especializado. Eventualmente, puede considerarse la contratación de profesionales especialistas del sector privado, a manera de apoyo en estos equipos, o mediante cooperación internacional.

Con el objetivo de que se genere una correcta unificación de criterios técnicos relacionados con la minería, se considera de suma importancia realizar un plan de capacitaciones internas a los integrantes de los equipos profesionales de las diferentes instituciones. Se recomienda que estas capacitaciones se organicen de manera conjunta e interinstitucionalmente, de manera tal que se pueda lograr el objetivo de estandarizar los criterios técnicos aplicables a la MAPE. Además, estos espacios permitirán generar fichas técnicas y normas a nivel institucional.

Es altamente relevante conocer la población total de personas que se dedican a la minería artesanal de pequeña escala, ya que esto permitiría visibilizar el rol de las mujeres en la actividad, mejorar las labores de control y asistencia técnica de parte de las instituciones del Estado, lo cual repercute positivamente en cuanto a la implementación de buenas prácticas técnicas y ambientales en la actividad.

Para el desarrollo de esta acción, es necesario contar con los recursos económicos y humanos en cada una de las instituciones encargadas del levantamiento y procesamiento de la información de las personas dedicadas a la MAPE de oro. El principal responsable de gestionar dichas labores es la DGM, en coordinación con el Ministerio de Salud y gobierno local. A otras instituciones como el INEC y la Escuela de Estadística de la UCR, con experiencia en el levantamiento de información con fines estadísticos, se les puede solicitar la participación directa en este tipo de actividades, dado el reconocimiento técnico que poseen y así obtener mayor confianza de la población, al no ser instituciones de monitoreo y control del sector.

Además, es necesario contar con la apertura y colaboración de parte de la población meta para la recolección de datos, por lo que se debe gestionar la colaboración de actores sociales de peso como quienes dirigen las cooperativas mineras, la Comisión Minera Municipal e iglesias locales.

Estrategia 1		**Facilitar la formalización de la MAPE de oro**
Objetivo principal		Promover que las personas dedicadas a la MAPE de oro (hombres y mujeres) formalicen sus actividades de explotación, procesamiento y comercialización, de acuerdo con normativa que facilite este proceso.
Objetivo específico	**Acción**	
1.1 Revisar y fortalecer el marco normativo para la formalización y regularización de las personas dedicadas a actividades de MAPE de oro.	1.1.1	Actualizar la normativa, procedimientos e instrumentos para formalización/regularización de la MAPE de oro mediante una reforma al Código Minero que se ajuste a la realidad del sector.
	1.1.2	Determinar las condiciones para otorgar concesiones de explotación y procesamiento/beneficiado a personas dedicadas a actividades de MAPE de oro y que contemple, cuando así se requiera, promocionar la participación de las mujeres.
	1.1.3	Evaluar las formas de organización dirigidas a las personas dedicadas a actividades de MAPE de oro, que les permita obtener concesiones y explotarlas de forma ambientalmente adecuada.

Estrategia 1		Facilitar la formalización de la MAPE de oro
1.2 Desarrollar y fortalecer la institucionalidad para la gestión de la formalización y regularización de actividades de MAPE de oro.	1.2.1	Fortalecer los equipos profesionales de las instituciones del Estado involucradas en la actividad minera del sector MAPE.
	1.2.2	Generar una amnistía (evitar sanciones administrativas y de otro tipo a quienes hayan ejecutado actividades irregulares ante la ausencia de concesión), plazos para someterse al proceso de regularización y las consecuencias asociadas de quienes no se sometan a ella o sean denegadas sus solicitudes por algún motivo.
	1.2.3	Determinar el instrumento de evaluación de impacto ambiental que debe ser aplicable a actividades MAPE en curso/operación (instrumento de gestión ambiental correctivo minero u otra terminología) y las nuevas.
	1.2.4	Establecer acciones de coordinación legal e interinstitucional para el otorgamiento de otros permisos necesarios para la actividad, tales como permisos sanitarios de funcionamiento, licencias municipales, entre otros.
	1.2.5	Realizar un censo minero (con información desagregada por sexo y que indique el tipo de tecnología empleada) que sea actualizado periódicamente o incorporado al censo nacional de población.
	1.2.6	Desarrollar un régimen especial tributario para el sector MAPE de Abangares, que contribuya a la formalización de los mineros.
	1.2.7	Desarrollar un régimen contributivo especial de seguridad social para el sector MAPE de Abangares, que contribuya a la formalización de las personas involucradas.
1.3 Desarrollar capacidades gerenciales en las personas involucradas en la MAPE de oro.	1.3.1	Acompañar, fortalecer y capacitar a las personas líderes de las cooperativas mineras MAPE en temas administrativos, gerenciales y organizativos vinculados con las cooperativas, para su conformación, puesta en marcha y consolidación, alentando la participación de mujeres de la comunidad.
	1.3.2	Brindar apoyo en la gestión de líneas de crédito en condiciones especiales para financiar los procesos de cambio tecnológico de las cooperativas MAPE (incluyendo los estudios para obtener la concesión minera, compra de equipos u otros), por tecnologías libres de mercurio.

b. Estrategias para eliminar las peores prácticas y reducir las emisiones, las liberaciones y los riesgos de exposición

- Según lo establece el punto I(b) del Anexo C del Convenio de Minamata, las peores prácticas por eliminar en el proceso de extracción de oro artesanal son:
- La amalgamación del mineral en bruto.
- La quema expuesta de la amalgama o amalgama procesada.
- La quema de la amalgama en zonas residenciales.

La lixiviación de cianuro en sedimentos, minerales en bruto o rocas a los que se ha agregado mercurio, sin eliminar primero el mercurio.

Las medidas propuestas para eliminar estas prácticas, a su vez, indicen en la reducción de las emisiones, liberaciones y los riesgos de exposición al mercurio, pues se orientan a

mejorar el procesamiento del material y la implementación de nuevas tecnologías que permiten disminuir o eliminar el uso de mercurio, así como a la capacitación de los involucrados. Debido a la estrecha relación que presentan ambos tipos de estrategias, se fusionan con las estrategias para promover la reducción de emisiones, ya que las acciones que se proponen en ambos apartados tienen como fin minimizar el uso de mercurio en los procesos de la MAPE, mediante las mismas acciones e involucran a los mismos actores institucionales.

El planteamiento de las medidas por implementar para la reducción y, hasta donde sea posible, eliminación del uso de mercurio en la minería artesanal conlleva un proceso de concientización donde el más beneficiado es el ambiente y el ser humano; involucra desde mejoras hasta cambios tecnológicos en el proceso, con la participación total de parte de todos los involucrados.

Para lograr el objetivo de reducir o eliminar la contaminación con mercurio en la práctica minera artesanal, es necesario implementar el uso de tecnologías que prescindan del uso del mercurio, que sean eficientes y amigables con el ambiente y la salud de los trabajadores y la comunidad. Dentro de las opciones tecnológicas disponibles en el mercado, se encuentran: gravimetría (concentradores gravimétricos, mesas vibratorias y cayucos), flotación, cianuración, entre otras.

De previo a seleccionar la tecnología más apropiada para la recuperación del oro de los concentrados producidos, se deben realizar estudios de la mineralogía de los diferentes tipos de mena y vetas que se explotan en el área MAPE; así como determinar el tipo de oro (libre o refractario), los tamaños de las partículas y su distribución porcentual. Estos estudios pueden determinar con mayor certeza cuáles técnicas y equipos se ajustan mejor al tipo de yacimientos existentes en la zona.

Posterior a la elección de los equipos por utilizar, se deberán realizar pruebas de campo, esto con el fin de medir la efectividad y limitaciones del uso de las técnicas para los diferentes tipos de mena dentro de las principales áreas de extracción. Para esto, se debe elegir a aquellas personas que cuenten con un sistema de procesamiento con todos los equipos requeridos para el tipo de tecnología por evaluar, así como involucrar a quienes cuenten con una amplia experiencia acumulada en la actividad.

Un aspecto fundamental por considerar es que las pruebas de campo se deben realizar de manera tal que se le demuestre en la práctica los beneficios económicos del cambio tecnológico, lo cual fomentaría la migración hacia estas tecnologías libres de mercurio. Durante la ejecución de las pruebas de campo, se deberán llevar controles de la implementación y de los resultados de los diferentes ensayos, con la supervisión y el acompañamiento por parte de expertos en la materia, los cuales pueden ser funcionarios del Estado, o bien consultores privados. Es importante que los procesos actuales de molienda sean optimizados, de tal forma que contribuyan con una mayor productividad en la recuperación del oro.

Durante el desarrollo de las diferentes pruebas de campo, se podrá organizar un espacio de intercambio de experiencias entre la comunidad MAPE, con el fin de mejorar los procesos de beneficio mineral y producción de oro.

Con base en las observaciones de campo, se determinó que, en algunos casos, se realiza un proceso de limpieza de la mena, en el cual genera un desecho de material fino libre de

mercurio, que, posteriormente, se dispone en la misma pila donde se descargan las lamas que contienen mercurio. Desde el punto de vista ambiental, es relevante que se realice la disposición final de forma separada de las lamas contaminadas con mercurio, de aquellas libres de mercurio, lo cual implicaría una reducción del volumen de lamas por descontaminar.

Es fundamental la identificación y cartografiado de todos los sitios de almacenamiento de lamas contaminadas con mercurio, así como sus volúmenes estimados, esto con el objetivo de generar un inventario de los desechos que se están produciendo en la zona MAPE. Igualmente, se deben realizar talleres para sensibilizar a las personas involucradas en la MAPE de oro sobre la importancia de separar ambos tipos de lama, así como para plantear la posibilidad de otorgar algún reconocimiento a aquellos mineros que lo implementen.

Dado que existe un volumen importante de lamas contaminadas con mercurio en la zona MAPE, es necesario identificar las mejores técnicas existentes y aplicables, para que quienes las producen y almacenan realicen la limpieza de dichas lamas, de tal forma que recuperen el oro contenido, y se separe el mercurio. Así mismo, se debe incentivar el uso de técnicas de molienda y concentración, que generen residuos libres de mercurio. También es recomendable que se realicen muestreos sistemáticos y análisis de muestras de las pilas de lamas, para que los mineros puedan determinar el contenido de oro y mercurio en estos desechos.

Durante y posterior al proceso de implementación de nuevas tecnologías libres de mercurio, se debe generar un programa de monitoreo y seguimiento de los componentes técnicos y de las variables ambientales relacionadas con la actividad minera artesanal de oro. Para desarrollar este programa, el Estado, a través de sus instituciones competentes, debe seleccionar al equipo profesional más idóneo para ejecutar esta acción. Se asume que, para poder implementar este tipo de programas, se deben haber finalizado los procesos de formalización y regularización de las personas involucradas en la MAPE de oro.

Estos programas de monitoreo y seguimiento pueden ser impulsados a través de convenios entre Gobierno Central o Gobierno Local, en conjunto con unidades académicas de carreras afines a la actividad MAPE, tales como Escuela Centroamericana de Geología, Escuela de Ingeniería Civil, Escuela de Química, Escuela de Tecnologías en Salud, Centro de Investigación y Estudios en Desarrollo Sostenible (CIEDES), Instituto Nacional de Aprendizaje (INA), entre otros.

Como parte de estos convenios, se puede considerar un "convenio marco" entre las instituciones, con el objetivo de que exista un compromiso para compartir la información generada, con otras instituciones del área de salud, tales como Ministerio de Salud y Caja Costarricense del Seguro Social.

Con miras a mejorar los procesos de extracción y producción, se deben ofrecer programas de capacitación y asistencia técnica dirigida a las personas involucradas en la MAPE de oro, según las áreas de necesidad que hayan sido identificadas de manera previa, en las que se les pueda instruir sobre distintos temas relacionadas con su quehacer; tales como legislación minera, técnicas adecuadas de extracción, aplicación de nuevas tecnologías, gestión ambiental, normas de seguridad laboral y salud ocupacional, obligaciones tributarias, valor agregado de productos, y otros.

Es necesario que los equipos técnicos y profesionales de las instituciones involucradas cuenten con la capacitación requerida para poder brindar este apoyo a las personas involucradas en la MAPE de oro, en especial a las cooperativas formadas. Dentro de este programa de capacitación y asistencia técnica, es importante considerar la necesidad de concientizar sobre la importancia que representa para su negocio el contar con una actividad minera regularizada, así como del beneficio para su comunidad y para el entorno ambiental de la aplicación de buenas prácticas mineras.

Conocer los yacimientos minerales metálicos existentes en la zona MAPE es fundamental, para poder orientar de manera más eficiente los esfuerzos de los profesionales de las instituciones, además, generaría información valiosa para la toma de decisiones en cuanto a la tramitación de permisos y concesiones mineras. De igual forma, toda la información generada será de suma importancia para las personas involucradas en la MAPE de oro, dado que les permitiría planificar el desarrollo de sus trabajos, así como para identificar nuevas áreas potenciales de extracción mineral.

Otra área en la que se debe desarrollar investigación es en la aplicación de técnicas de producción de oro disponibles en el mercado y que puedan ser implementadas en la MAPE. Todo este tipo de investigaciones requieren contar con los recursos económicos y humanos necesarios para su correcto desarrollo. Así mismo, se puede considerar la suscripción de convenios con universidades públicas, que apoyen estas actividades de investigación; esto a través de diferentes mecanismos, como prácticas dirigidas, proyectos de graduación, seminarios, proyectos de investigación, entre otros.

Considerando que el centro de compra de doré autorizado por el Estado se ubica dentro de la zona urbana de Las Juntas de Abangares, y tomando en cuenta que parte del proceso de compra implica la fundición de las esponjas de oro vendidas individualmente, existe un potencial de generación de emisiones de gases peligrosos a través de la chimenea de la cámara de fundición, que podría representar un foco de contaminación ambiental. Por esta razón, se recomienda realizar los estudios necesarios con el objetivo de determinar con certeza los niveles de contaminación por emisiones de gases de mercurio y otros, y así poder prevenir daños ambientales y a la salud pública.

Para llevar a cabo este tipo de investigaciones, las instituciones deben contar con los recursos económicos necesarios, así como con el personal capacitado para realizar esta labor. Igualmente, se pueden generar convenios con universidades públicas para desarrollar investigaciones con énfasis en la determinación de la contaminación del aire en los centros de compra, con el fin de lograr que cumplan con los límites máximos establecidos a nivel internacional de 20 $\mu g/m^3$ para el menor nivel de exposición ocupacional establecido por la OMS.

Es importante que toda la información generada de estas investigaciones sea compartida con las diferentes entidades del área de salud pública, como el Ministerio de Salud y la Caja Costarricense del Seguro Social, así como con la Unidad de Gestión Ambiental de la Municipalidad de Abangares.

Por otra parte, con base en observaciones de campo, así como comunicaciones personales con funcionarios de la Unidad de Gestión Ambiental de la Municipalidad de Abangares y

del CIEDES, se confirmó que existen evidencias de la presencia de aguas ácidas en algunos de los sitios de extracción minera artesanal, las cuales se estarían incorporando a la red hídrica local, lo que representa un riesgo para la salud pública y el ambiente, más aun considerando que el acueducto municipal se ubica en la parte media alta de la cuenca.

De acuerdo con la información obtenida, actualmente en la zona MAPE se ubica una planta industrial privada, que utiliza el método de cianuración para recuperar el oro contenido en las lamas con mercurio. Estas lamas son vendidas por parte de la mayoría de las personas involucradas en la MAPE de oro de la zona a dicha planta. Además, hay que tomar en cuenta que, según el Convenio MINAMATA, el procesamiento de lamas contaminadas con mercurio mediante el método de cianuración constituye una de las peores prácticas mineras, debido al potencial impacto ambiental y de salud pública que puede darse por la generación de compuestos biodisponibles de cianuro y mercurio.

Para desarrollar las investigaciones de campo relacionadas con esta problemática, las instituciones deben contar con la autorización de ingreso a esta planta. Además, se debe dotar de recursos económicos y humanos suficientes a cada institución involucrada, con el objetivo de poder ejecutar de manera correcta estas investigaciones. Todas estas labores pueden ser apoyadas a través de convenios con universidades públicas, así como con la posible contratación de consultores especialistas privados.

De igual manera, los resultados obtenidos de estas investigaciones deben ser compartidos con las diferentes entidades del área de salud pública, como el Ministerio de Salud y la Caja Costarricense del Seguro Social, así como con la Unidad de Gestión Ambiental de la Municipalidad de Abangares.

Estrategia 2	**Eliminar las peores prácticas y reducir las emisiones, las liberaciones y los riesgos de exposición**	
Objetivo principal	Promover, entre los mineros dedicados a la MAPE, la adopción de tecnologías o procedimientos para extracción de oro que representen alternativas al uso de mercurio y, por ende, la eliminación de las peores prácticas del uso de esta sustancia en la MAPE.	
Objetivo específico	Acción	
2.1 Promover la adopción de tecnologías eficientes para la extracción y procesamiento de oro libres del uso de mercurio.	2.1.1	Diseñar y financiar un proyecto piloto con tecnología libre de mercurio que permita determinar los rendimientos y rentabilidad del cambio tecnológico, con al menos una de las cooperativas organizadas en Abangares, mediante un convenio que permita que el equipo permanezca en lugar.
	2.1.2	Diseñar e implementar un paquete de capacitación para personas líderes de las cooperativas MAPE de Abangares en alternativas tecnológicas libres de mercurio, con el fin de incentivar su adopción en un corto y mediano plazo, procurando una participación equitativa de las mujeres.
	2.1.3	Promover la implementación en el sector MAPE de prácticas dirigidas a la aplicación de técnicas libres de mercurio, tales como gravimetría, flotación, cianuración, y otras mediante alianzas con organizaciones no gubernamentales o similares que estén liderando el tema a nivel internacional.

Estrategia 2	Eliminar las peores prácticas y reducir las emisiones, las liberaciones y los riesgos de exposición	
2.2 Controlar y erradicar la cianuración en el procesamiento de lamas o relaves contaminados con mercurio.	2.2.1	Promover la disminución de la producción de lamas contaminadas con mercurio mediante el almacenamiento de forma separada de las lamas libres de mercurio de aquellas contaminadas con mercurio.
	2.2.2	Identificar la cantidad de lamas potencialmente contaminadas con mercurio mediante un inventario nacional de lamas como pasivos ambientales.
	2.2.3	Promover la descontaminación de las lamas que contienen mercurio mediante convenios con universidades, empresas locales u otros.
2.3 Revisar y fortalecer el ordenamiento de las zonas y sitios dedicados a actividades MAPE de oro.	2.3.1	Diseñar e implementar un programa continuo de capacitación y asistencia técnica para mineros, en temas como normas y procesos de regularización de la actividad, técnicas de extracción, nuevas tecnologías, aspectos ambientales, seguridad laboral y salud ocupacional, entre otras.
	2.3.2	Promover la investigación científica con fines mineros en el sector MAPE.
	2.3.3	Estudiar la contaminación potencial generada en los centros de compra y fundición del doré producido por los mineros del sector MAPE.
	2.3.4	Estudiar la contaminación potencial por drenaje ácido generada en los principales sitios de extracción mineral de la MAPE.
	2.3.5	Evaluar la posible generación e impacto ambiental potencial de compuestos biodisponibles de cianuro y mercurio dentro del área MAPE.

c. Estrategias para gestionar el comercio y prevenir el desvío de mercurio

El establecimiento de un sistema de fiscalización permitirá determinar claramente la calidad y cantidad del oro que se exporta, generando estadísticas confiables, así como una revisión de la cadena de suministros, con el fin de cumplir con los estándares internacionales establecidos por países como EE. UU., Canadá y Reino Unidos que son los principales socios comerciales y donde existe oportunidad de crecimiento para el país en la exportación de oro con valor agregado.

Estrategia 3	Estrategias para gestionar el comercio y prevenir el desvío de mercurio	
Objetivo principal	Fortalecer el sistema de control y seguimiento del comercio y uso de mercurio.	
Objetivo específico	Acción	
3.1 Revisar y actualizar el marco normativo sobre la restricción del uso de mercurio en actividades mineras.	3.1.1	Regular, mediante un decreto ejecutivo, la venta y el uso del mercurio y cianuro.
	3.1.2	Establecer un sistema de fiscalización que permita determinar claramente la calidad y cantidad del oro que se exporta (elaboración y aplicación de notas técnicas por parte de DGM), así como la importación de mercurio, generando estadísticas confiables y una revisión de la cadena de suministros, con el fin de cumplir con los estándares internacionales establecidos por países como EE.UU., Canadá y Reino Unido que son los principales socios comerciales y donde existe oportunidad de crecimiento para el país en la exportación de oro con valor agregado.
	3.1.3	Actualizar la legislación costarricense y las reformas requeridas, en torno a la comercialización del oro a nivel local e internacional, así como las competencias de cada entidad vinculada, con el fin de establecer reglas claras que faciliten la fiscalización, la compra y venta del oro en el mercado nacional e internacional.
3.2 Determinar la calidad y cantidad del oro que se exporta, así como la importación de mercurio, generando estadísticas confiables.	3.2.1	Elaborar una Nota técnica para la importación del mercurio en el Convenio de Minamata, con el fin de regular la comercialización doméstica e internacional y obtener suficiente trazabilidad.
	3.2.2	Elaborar una Nota técnica para la exportación de oro de conformidad con el Código de Minería, para regular la comercialización doméstica e internacional y obtener suficiente trazabilidad.

Estrategias para atraer la participación de los grupos de interés

Estrategia 4	Participación de los grupos de interés en la aplicación y el perfeccionamiento permanente del Plan Nacional de Acción	
Objetivo principal	Desarrollar capacidades y los medios para el diálogo, comunicación y capacitación de las personas involucradas en la MAPE	
Objetivo específico	Acción	
4.1 Institucionalizar el diálogo entre las partes relevantes dentro de la MAPE de oro, poniendo énfasis en el fortalecimiento de entes como la Comisión Minera Municipal y las cooperativas.	4.1.1	Elaborar una base de datos de organizaciones mineras establecidas de manera formal o informal (donde se visibilice la participación desagregada por sexo), con las cuales se tenga la posibilidad de instaurar procesos comunicativos y de diálogo.
	4.1.2	Asegurar representatividad del sector minero (hombre y mujeres) dentro de las comisiones del sector.
	4.1.3	Fomentar espacios de diálogo y comunicación con el material y equipo necesarios.
	4.1.4	Elaborar planes de trabajo anuales con estas organizaciones mineras que busquen el diálogo y la divulgación de información en conjunto con el Poder Ejecutivo.

d. Regulación en salud pública para minimizar la exposición al mercurio

Se promueve una atención en salud enfocada en los riesgos de la MAPE, partiendo de la promoción del acceso al seguro social y a la atención médica de seguimiento de personas expuestas y pacientes. La biovigilancia de la exposición a mercurio, así como el fortalecimiento de los registros de datos biomédicos son fundamentales para el diagnóstico oportuno y el seguimiento clínico, así como para el análisis de riesgos epidemiológicos

Estrategia 5	**Regulación en salud pública para minimizar la exposición al mercurio**	
Objetivo principal	Fortalecer la regulación en salud ambiental para controlar la contaminación y las exposiciones asociadas a la MAPE	
Objetivo específico	Acción	
5.1 Gestionar la salud ambiental (SGA) en lugares de trabajo.	5.1.1	Diseñar SGA para reducir contaminación y exposición en los lugares de trabajo.
	5.1.2	Diseñar e implementar un programa de capacitación para el uso de EPP.
	5.1.3	Evaluar la gestión de los lugares de trabajo de la MAPE para reducir contaminación y exposición (extracción y procesamiento) considerando acondicionamiento de planta física y utilización de EPP.
5.2 Diseñar, implementar y evaluar Planes de Seguridad del Agua (PSA).	5.2.1	Diagnosticar la calidad del agua e identificar Puntos Críticos de Control.
	5.2.2	Diseñar e implementar PSA.
5.3 Desarrollar la dimensión de salud ambiental como parte del plan regulador y los reglamentos derivados.	5.3.1	Incorporar datos, información y conocimiento sobre contaminación asociada a la MAPE y su control como parte del plan regulador.
	5.3.2	Incorporar criterios de control de la contaminación ambiental asociada a la MAPE como parte de los reglamentos de desarrollo urbano.
5.4 Promover la gestión integral de los residuos sólidos peligrosos de la actividad de MAPE (lanas utilizadas en el proceso, envases de mercurio, sacos utilizados para trasladar materiales, entre otros que sean identificados en el diagnóstico).	5.4.1	Diagnosticar la situación de generación y disposición de residuos sólidos peligrosos asociados a MAPE.
	5.4.2	Evaluar la gestión para el control de residuos sólidos peligrosos asociados a MAPE.
5.5 Gestionar un programa de educación en salud ambiental para reducir contaminación y exposición al mercurio y otros contaminantes en la MAPE.	5.5.1	Diseñar un programa de educación en salud ambiental enfocado en los riesgos asociados a la MAPE.
	5.5.2	Gestionar programa de educación en salud ambiental enfocado en los riesgos asociados a la MAPE.

e. Estrategias para prevenir la exposición de las poblaciones vulnerables al mercurio mediante un análisis epidemiológico (exposición a mercurio y otros factores de riesgo (FR) a la salud en la MAPE)

Con el objetivo de homogenizar criterios técnicos en la actividad, se considera fundamental la generación de guías y manuales enfocados en la aplicación de buenas prácticas mineras y ambientales en el sector MAPE. Los equipos técnicos encargados de desarrollar estos instrumentos deben estar conformados por el personal idóneo de las instituciones involucradas; además, se puede considerar la incorporación de consultores privados especialistas a estos equipos. Además, las instituciones a cargo deberán contar con los recursos económicos suficientes para poner en marcha esta iniciativa.

Conforme se avance en la aplicación de estas guías y manuales, pueden ser mejoradas con base en las lecciones aprendidas por parte de las personas involucradas en la MAPE de oro.

Estrategia 6	**Prevenir la exposición de las poblaciones vulnerables al mercurio mediante un análisis epidemiológico (exposición a mercurio y otros factores de riesgo (FR) a la salud en la MAPE)**	
Objetivo principal	Fortalecer el análisis epidemiológico para comprender el proceso contaminación-exposición-vulnerabilidad-susceptibilidad y riesgo asociado a la MAPE formalicen sus actividades de explotación y procesamiento, de acuerdo con normativa que facilite este proceso.	
Objetivo específico	Acción	
6.1 Diagnosticar la exposición a mercurio y otros agentes químicos, biológicos y físicos; así como estimar dosis administradas.	6.1.1	Estimar las dosis de exposición a mercurio según matriz ambiental.
	6.1.2	Estimar dosis de exposición a otros agentes de interés.
	6.1.3	Comunicar resultados del diagnóstico de la exposición ambiental.
6.2 Diagnosticar la vulnerabilidad social de la población minera, sus familias y comunidades.	6.2.1	Diagnosticar la vulnerabilidad social de la población minera, familias y comunidad en cuanto a condiciones sociodemográficas, condiciones de vida, acceso a recursos y alimentación.
	6.2.2	Comunicar del informe sobre vulnerabilidad social.
6.3 Diagnosticar la susceptibilidad de la población minera, sus familias y comunidades.	6.3.1	Diagnosticar la susceptibilidad de la población minera, sus familias y comunidades.
	6.3.2	Comunicar el informe sobre susceptibilidad.
6.4 Analizar el riesgo de enfermar atribuible a la exposición a mercurio y otros agentes peligrosos.	6.4.1	Analizar el riesgo de enfermar atribuible a la exposición a mercurio en sitios de trabajo y entorno.
	6.4.2	Analizar el riesgo de enfermar atribuible a la exposición a otros agentes peligrosos.
	6.4.3	Comunicar informe sobre riesgo de enfermar atribuible a la exposición a mercurio y a otros agentes peligrosos.

Estrategia 6	Prevenir la exposición de las poblaciones vulnerables al mercurio mediante un análisis epidemiológico (exposición a mercurio y otros factores de riesgo (FR) a la salud en la MAPE)	
6.5 Desarrollar estudio de factibilidad y viabilidad de un Sistema de Vigilancia Epidemiológica (SVE) sobre los efectos del mercurio en la salud.	6.5.1	Implementar estudio de factibilidad y viabilidad de un SVE sobre los efectos del mercurio en la salud.
	6.5.2	Diseñar un SVE para riesgos asociados a la exposición al mercurio en MAPE.
	6.5.3	Implementar SVE para riesgos asociados a la exposición al mercurio.
	6.5.4	Evaluar preliminarmente el SVE sobre exposición a mercurio y riesgos.
6.6 Promover el acceso a seguros de salud de toda la población minera y familiares.	6.6.1	Diagnosticar situación de acceso a seguros de salud por parte de la población minera y familiares.
	6.6.2	Promover el acceso a seguros de salud mediante acciones de comunicación social.
6.7 Fortalecer la capacidad diagnóstica de la exposición a mercurio y enfermedades asociadas.	6.7.1	Desarrollar un programa de vigilancia biológica en personas mineras y familiares.
	6.7.2	Brindar seguimiento médico de las personas potencialmente expuestas (personas mineras y familiares) para el diagnóstico temprano de patologías asociadas a la exposición en MAPE.
6.8 Fortalecer el registro de información clínica y sociodemográfica a partir del seguimiento de población minera, familiares y pacientes.	6.8.1	Gestionar un sistema informático para el registro de información clínica y sociodemográfica.
	6.8.2	Capacitar al personal encargado para el registro de información clínica y sociodemográfica.
6.9 Promover la salud y prevenir enfermedades asociadas a la exposición en la MAPE.	6.9.1	Diseñar y gestionar un programa de educación en salud enfocado en la población meta.
	6.9.2	Gestionar un programa de educación en salud enfocado en la población meta.

f. Estrategias para proporcionar información a los mineros

Estrategia 7	7. Proporcionar información a los mineros artesanales y que extraen oro en pequeña escala y las comunidades afectadas	
Objetivo principal	Desarrollar capacidades y los medios para el diálogo, comunicación y capacitación de las personas involucradas en la MAPE	
Objetivo específico	Acción	
7.1 Brindar información de referencia para los mineros y sus comunidades.	7.1.1	Elaborar una estrategia de comunicación durante el proceso de formalización, que facilite el diálogo entre los líderes de las cooperativas mineras y las entidades competentes del Estado, con el fin de facilitar el establecimiento de acuerdos y compromisos, así como su cumplimiento.
	7.1.2	Desarrollar guías y manuales de buenas prácticas mineras y ambientales para la MAPE.

g. Estrategias adicionales: incentivar mecanismos de mercado que favorezcan oro extraído con prácticas sostenibles

Se pretende promover la búsqueda de alternativas de negocios que permitan a las personas involucradas en la MAPE de oro de Abangares brindar valor agregado al oro que extraen, como es la separación del oro de la plata y otros minerales, lo que incrementa el precio de venta; así como la elaboración de joyas a nivel local o la generación de encadenamientos productivos con emprendedores o empresas en otras regiones del país.

Estrategia 8	**Incentivar mecanismos de mercado que favorezcan oro extraído con prácticas sostenibles**	
Objetivo principal	Brindar el reconocimiento y valor agregado a la MAPE de oro a nivel nacional	
Objetivo específico	Acción	
8.1 Promover la búsqueda de alternativas de negocios que permitan a los mineros artesanales de Abangares brindar valor agregado.	8.1.1	Promover la búsqueda de alternativas de negocios que permitan a los mineros artesanales de Abangares brindar valor agregado al oro que extraen, como es la separación del oro de la plata y otros minerales, lo que incrementa el precio de venta; así como la elaboración de joyas a nivel local o la generación de encadenamientos productivos con emprendedores o empresas en otras regiones del país.
	8.1.2	Promover la certificación internacional para la diferenciación del oro MAPE de Costa Rica en el mercado internacional.
8.2 Reflejar la contribución de la MAPE de oro a la economía nacional.	8.2.1	Promover la revisión del sistema de cálculo del valor agregado estimado por el Banco Central de Costa Rica, generado por el sector de minería de oro, incluyendo la minería artesanal en el país, para que refleje de una manera más exhaustiva la contribución del sector a la economía nacional.

2. Plan de trabajo

Estrategia 1: Facilitar la formalización de la MAPE de oro									
Objetivo principal: Promover que las personas dedicadas a la MAPE de oro (hombres y mujeres) formalicen sus actividades de explotación, procesamiento y comercialización, de acuerdo con normativa que facilite este proceso.									
Objetivo específico	Acción		Prioridad	Responsables	Línea de tiempo			Resultados esperados	Indicador
					2024	2028	2030		
1.1 Revisar y fortalecer el marco normativo para la formalización y regularización de las personas dedicadas a actividades de MAPE de oro	1.1.1	Actualizar la normativa, procedimientos e instrumentos para formalización/regularización de la MAPE de oro mediante una reforma al Código Minero que se ajuste a la realidad del sector.	Alta	DGM, DIGECA	x			Ley actualizada	Brechas de legislación cerradas
	1.1.2	Determinar las condiciones para otorgar concesiones de explotación y procesamiento/ beneficiado a personas dedicadas a actividades de MAPE de oro y que contemple, cuando así se requiera, promocionar la participación de las mujeres.	Alta	DGM, SETENA	x			Listado de condiciones para concesiones	Porcentaje de mineros MAPE con concesiones activas
	1.1.3	Evaluar las formas de organización dirigidas a las personas dedicadas a actividades de MAPE de oro, que les permita obtener concesiones y explotarlas de forma ambientalmente adecuada.	Media	DGM, DIGECA	x			Listado de formas de organización aceptadas para MAPE	Porcentaje de asociados respecto al total
1.2 Desarrollar y fortalecer la institucionalidad para la gestión de la formalización y regularización de actividades de MAPE de oro.	1.2.1	Fortalecer los equipos profesionales de las instituciones del Estado involucradas en la actividad minera del sector MAPE.	Media	DGM	x	x		Personal capacitado en MAPE	Número de personas capacitadas en MAPE
	1.2.2	Generar una amnistía (evitar sanciones administrativas y de otro tipo a quienes hayan ejecutado actividades irregulares ante la ausencia de concesión), plazos para someterse al proceso de regularización y las consecuencias asociadas de quienes no se sometan a ella o sean denegadas sus solicitudes por algún motivo.	Alta	DGM, SETENA	x			Formalización de sitios de explotación y procesamiento	Número de sitios de explotacion y procesamiento formalizados
	1.2.3	Determinar el instrumento de evaluación de impacto ambiental que debe ser aplicable a actividades MAPE en curso/operación (instrumento de gestión ambiental correctivo minero u otra terminología) y las nuevas.	Alta	DGM, SETENA	x			Instrumento de evaluación ambiental	Número de expedientes MAPE que aplican a este instrumento de evaluación ambiental
	1.2.4	Establecer acciones de coordinación legal e interinstitucional para el otorgamiento de otros permisos necesarios para la actividad, tales como permisos sanitarios de funcionamiento, licencias municipales, entre otros.	Media	DGM, SETENA, Ministerio de Salud, Municipalidad	x			Acuerdo de coordinación	Número de permisos otorgados

Estrategia 1: Facilitar la formalización de la MAPE de oro									
	1.2.5	Realizar un censo minero (con información desagregada por sexo y que indique el tipo de tecnología empleada) que sea actualizado periódicamente o incorporado al censo nacional de población.	Alta	DGM, DIGECA, posible alianza con Escuela de Estadística de la UCR o INEC	x			Censo minero actualizado y las metodologías para actualizarlo periódicamente	Porcentaje de participación
	1.2.6	Desarrollar un régimen especial tributario para el sector MAPE de Abangares, que contribuya a la formalización de los mineros.	Media	DGM; DIGECA; Despacho del Ministro (a) MINAE; MEIC; MTSS; Ministerio de Hacienda, Infocoop, CCSS		x		Régimen especial tributario	Cantidad de mineros registrados
	1.2.7	Desarrollar un régimen contributivo especial de seguridad social para el sector MAPE de Abangares, que contribuya a la formalización las personas involucradas.	Media	DGM; DIGECA; Despacho del Ministro (a) MINAE; MEIC; MTSS; Ministerio de Hacienda, Infocoop, CCSS	x	x		Régimen especial de seguridad social	Cantidad de mineros registrados
1.3 Desarrollar capacidades gerenciales en las personas involucradas en la MAPE de oro.	1.3.1	Acompañar, fortalecer y capacitar a las personas líderes de las cooperativas mineras MAPE en temas administrativos, gerenciales y organizativos vinculados con las cooperativas, para su conformación, puesta en marcha y consolidación, alentando la participación de mujeres de la comunidad.	Media	Casa presidencial/ MIDEPLAN (coordina) DIGECA, Infocoop, INA	x			Cooperativas mineras activas	Cantidad de cooperativas activas
	1.3.2	Brindar apoyo en la gestión de líneas de crédito en condiciones especiales para financiar los procesos de cambio tecnológico de las cooperativas MAPE (incluyendo los estudios para obtener la concesión minera, compra de equipos u otros), por tecnologías libres de mercurio.	Media	Casa Presidencial (Coordina) DIGECA, DGM, Banca para el Desarrollo, DINADECO, Infocoop, IMAS (Programa de Ideas Productivas), INAMU (Programa FOMUJER), donantes		x		Financiamiento de al menos 3 proyectos con tecnologías libres de mercurio en MAPE	Proyectos con tecnologías libres de mercurio en MAPE con funcionamiento de esta línea

Estrategia 2: Eliminar las peores prácticas y reducir las emisiones, las liberaciones y los riesgos de exposición E+C31									
Objetivo principal Promover, entre los mineros dedicados a la MAPE, la adopción de tecnologías o procedimientos para extracción de oro que representen alternativas al uso de mercurio y, por ende, la eliminación de las peores prácticas del uso de esta sustancia en la MAPE.									
Objetivo específico	Acción		Prioridad	Responsables	Línea de tiempo			Resultados esperados	Indicador
					2024	2027	2030		
2.1 Promover la adopción de tecnologías eficientes para la extracción y procesamiento de oro libres del uso de mercurio	2.1.1	Diseñar y financiar un proyecto piloto con tecnología libre de mercurio que permita determinar los rendimientos y rentabilidad del cambio tecnológico, con al menos una de las cooperativas organizadas en Abangares, mediante un convenio que permita que el equipo permanezca en lugar.	Alta	DIGECA; DGM; Infocoop; Banca para el Desarrollo; DINADECO;, INA (como canalizador de recursos de Banca para el Desarrollo); cooperativas MAPE de Abangares	x			Al menos 5 proyectos con tecnologías libres de mercurio en MAPE en funcionamiento	Proyectos con tecnologías libres de mercurio en MAPE
	2.1.2	Diseñar e implementar un paquete de capacitación para personas líderes de las cooperativas MAPE de Abangares en alternativas tecnológicas libres de mercurio, con el fin de incentivar su adopción en un corto y mediano plazo, procurando una participación equitativa de las mujeres.	Alta	DGM, DIGECA, Universidades, INA (posible articulador de alianzas con universidades y otras organizaciones)	x	x		Paquete de capacitación MAPE	Participación de mineros en las actividades de capacitación
	2.1.3	Promover la implementación en el sector MAPE de prácticas dirigidas a la aplicación de técnicas libres de mercurio, tales como gravimetría, flotación, cianuración, y otras mediante alianzas con organizaciones no gubernamentales o similares que estén liderando el tema a nivel internacional.	Alta	DGM-DIGECA-MINAE	x			Paquete de capacitación MAPE	Participación de mineros en las actividades de capacitación
2.2 Controlar y erradicar la cianuración en el procesamiento de lamas o relaves contaminados con mercurio.	2.2.1	Promover la disminución de la producción de lamas contaminadas con mercurio mediante el almacenamiento de forma separada de las lamas libres de mercurio de aquellas contaminadas con mercurio.	Alta	DGM-SETENA-DIGECA-MINAE, Gobierno Local	x			Normativa de almacenamiento de lamas	Cantidad de lamas almacenadas
	2.2.2	Identificar la cantidad de lamas potencialmente contaminadas con mercurio mediante un inventario nacional de lamas como pasivos ambientales.	Alta	DGM-SETENA-DIGECA-MINAE, Gobierno Local	x			Normativa de almacenamiento de lamas	Cantidad de lamas almacenadas
	2.2.3	Promover la descontaminación de las lamas que contienen mercurio mediante convenios con universidades, empresas locales u otros.	Alta	DGM-SETENA-DIGECA-MINAE, Gobierno Local	x			Cumplimiento de los niveles contemplados para mercurio en el DE-37757-S Reglamento sobre valores guía en suelos para descontaminación de sitios afectados por emergencias ambientales y derrames	Cantidad de lamas descontaminadas

Estrategia 2: Eliminar las peores prácticas y reducir las emisiones, las liberaciones y los riesgos de exposición E+C31									
2.3 Revisar y fortalecer el ordenamiento de las zonas y sitios dedicados a actividades MAPE de oro.	2.3.1	Diseñar e implementar un programa continuo de capacitación y asistencia técnica para mineros, en temas como normas y procesos de regularización de la actividad, técnicas de extracción, nuevas tecnologías, aspectos ambientales, seguridad laboral y salud ocupacional, entre otras.	Media	DGM-SETENA-DIGECA-MINAE		x		Paquete de capacitación MAPE	Número de mineros participantes
	2.3.2	Promover la investigación científica con fines mineros en el sector MAPE.	Media	DGM-MINAE		x		Investigación realizada	Publicaciones sobre el tema
	2.3.3	Estudiar la contaminación potencial generada en los centros de compra y fundición del doré producido por los mineros del sector MAPE.	Media	DGM-SETENA-DIGECA-MINAE, Ministerio de Salud, Gobierno Local		x		Investigación realizada	Publicaciones sobre el tema
	2.3.4	Estudiar la contaminación potencial por drenaje ácido generada en los principales sitios de extracción mineral de la MAPE.	Media	DGM-SETENA-DIGECA-Dirección de Aguas-MINAE, Ministerio de Salud, Gobierno Local		x		Investigación realizada	Publicaciones sobre el tema
	2.3.5	Evaluar la posible generación e impacto ambiental potencial de compuestos bio-disponibles de cianuro y mercurio dentro del área MAPE.	Media	DGM-SETENA-DIGECA-MINAE, Ministerio de Salud, Gobierno Local		x		Investigación realizada	Publicaciones sobre el tema

Estrategia 3: Estrategias para gestionar el comercio y prevenir el desvío de mercurio									
Objetivo principal	Fortalecer el sistema de control y seguimiento del comercio y uso de mercurio.								
Objetivo específico	Acción		Prioridad	Responsables	Línea de tiempo			Resultados esperados	Indicador
					2024	2027	2030		
3.1 Revisar y actualizar el marco normativo sobre la restricción del uso de mercurio en actividades mineras.	3.1.1	Regular mediante un decreto ejecutivo la venta y el uso del mercurio y cianuro (con un apartado que incluya la cianuración de lamas con mercurio).	Alta	DIGECA, Ministerio de Salud y Ministerio de Hacienda	x			Decreto específico	Aplicación del decreto
	3.1.2	Establecer un sistema de fiscalización que permita determinar con claridad la calidad y cantidad del oro que se exporta (elaboración y aplicación de notas técnicas por parte de DGM), así como la importación de mercurio, generando estadísticas confiables; y una revisión de la cadena de suministros con el fin de cumplir con los estándares internacionales establecidos por países como EE.UU., Canadá y Reino Unido, los cuales son los principales socios comerciales y donde existe oportunidad de crecimiento para el país en la exportación de oro con valor agregado.	Media	DIGECA; DGM; DGA (Ministerio de Hacienda), PROCOMER, BCCR		x		Sistema de fiscalización	Estadísticas de importación

Estrategia 3: Estrategias para gestionar el comercio y prevenir el desvío de mercurio									
	3.1.3	Actualizar la legislación costarricense y las reformas requeridas, en torno a la comercialización del oro a nivel local e internacional, así como las competencias de cada entidad vinculada, con el fin de establecer reglas claras que faciliten la fiscalización y la compra y venta del oro en el mercado nacional e internacional.	Alta	Despacho del Ministro (a) de MINAE; DGM, DIGECA; MEIC; PROCOMER; Asamblea Legislativa; UNCADA	x			Normativa de compra actualizada	Brechas de legislación cerradas
3.2 Determinar la calidad y cantidad del oro que se exporta, así como la importación de mercurio, generando estadísticas confiables.	3.2.1	Elaborar una Nota técnica para la importación del mercurio en el Convenio de Minamata, con el fin de regular la comercialización doméstica e internacional y obtener suficiente trazabilidad.	Alta	DGM, DIGECA, Promotora de Comercio Exterior (PROCOMER), Ministerio de Hacienda (Dirección General de Aduanas).	x			Nota técnica	Importaciones con nota técnica aplicada
	3.2.2	Elaborar una Nota técnica para la exportación de oro de conformidad al Código de Minería, con el fin de regular la comercialización doméstica e internacional y obtener suficiente trazabilidad.	Alta	DGM, DIGECA, Promotora de Comercio Exterior (PROCOMER), Ministerio de Hacienda (Dirección General de Aduanas).	x			Nota técnica	Exportaciones con nota técnica aplicada

Estrategia 4: Promover la participación de los grupos de interés en la aplicación y el perfeccionamiento permanente del plan nacional de acción									
Objetivo principal	Desarrollar capacidades y los medios para el diálogo, comunicación y capacitación de las personas involucradas en la MAPE								
Objetivo específico	Acción		Prioridad	Responsables	Línea de tiempo			Resultados esperados	Indicador
					2024	2027	2030		
4.1 Institucionalizar el diálogo entre las partes relevantes dentro de la MAPE de oro, poniendo énfasis en el fortalecimiento de entes como la Comisión Minera Municipal y las cooperativas.	4.1.1	Elaborar una base de datos de organizaciones mineras establecidas de manera formal o informal (donde se visibilice la participación desagregada por sexo), con las cuales se tenga la posibilidad de instaurar procesos comunicativos y de diálogo.	Media	DGM, DIGECA, Municipalidad Abangares		x		Base de datos de organizaciones mineras	Porcentaje de mineros inscritos/ identificada en el Censo Minero
	4.1.2	Asegurar representatividad del sector minero (hombre y mujeres) dentro de las comisiones del sector.	Media	DGM, DIGECA, Municipalidad Abangares		x		Asegurará representación equitativa	Número de capacitaciones dadas
	4.1.3	Fomentar espacios de diálogo y comunicación con el material y equipo necesarios.	Media	DGM, DIGECA, Municipalidad Abangares		x		Paquete de capacitación MAPE	Número de actividades realizadas
	4.1.4	Elaborar planes de trabajo anuales con estas organizaciones mineras que busquen el diálogo y la divulgación de información en conjunto con el Poder Ejecutivo.	Alta	DGM, DIGECA, Municipalidad Abangares	x			Plan de trabajo anual ejecutado	Porcentaje de ejecución de plan propuesto

Estrategia 5: Fortalecer la regulación en salud pública para minimizar la exposición al mercurio									
Objetivo principal	Fortalecer la regulación en salud ambiental para controlar la contaminación y las exposiciones asociadas a la MAPE								
Objetivo específico	Acción		Prioridad	Responsables	Línea de tiempo			Resultados esperados	Indicador
					2024	2027	2030		
5.1 Gestionar la salud ambiental (SGA) en lugares de trabajo.	5.1.1	Diseñar SGA para reducir contaminación y exposición en los lugares de trabajo.	Alta	Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (CSO)	x			Diseño de 9 SGA piloto (3 por cada lugar de trabajo donde se desarrolle cada fase de labor minera: extracción, procesamiento y deslamado y quema de amalgama)	Número de SGA implementados
	5.1.2	Diseñar e implementar un programa de capacitación para el uso de EPP.	Alta		x			Proyecto de capacitación para uso de EPP implementado	Porcentaje de avance del programa de capacitación para uso de EPP
	5.1.3	Evaluar la gestión de los lugares de trabajo de la MAPE para reducir contaminación y exposición (extracción y procesamiento) considerando acondicionamiento de planta física y utilización de EPP.	Alta		x			Informe de evaluación concluido	Porcentaje de avance del informe de evaluación
5.2 Diseñar, implementar y evaluar Planes de Seguridad del Agua (PSA).	5.2.1	Diagnosticar la calidad del agua e identificar Puntos Críticos de Control.	Alta	Acueductos y Alcantarillados, Ministerio de Salud, Gobierno Local y ASADAS	x			Informes diagnósticos de la calidad del agua concluidos (uno por cada sistema de abastecimiento)	Porcentaje de sistemas de abastecimiento evaluados
	5.2.2	Diseñar e implementar PSA.	Alta		x			PSA implementados (uno por cada sistema de abastecimiento)	Porcentaje de PSA implementados
5.3 Desarrollar la dimensión de salud ambiental como parte del plan regulador y los reglamentos derivados.	5.3.1	Incorporar datos, información y conocimiento sobre contaminación asociada a la MAPE y su control como parte del plan regulador.	Alta	Gobierno local, SETENA, Ministerio de Salud	x			Dimensión de salud ambiental (respecto a la contaminación por mercurio y otros contaminantes propios de la MAPE) desarrollada en el plan regulador	Desarrollo de la dimensión de salud ambiental asociada a la MAPE en el plan regulador
	5.3.2	Incorporar criterios de control de la contaminación ambiental asociada a la MAPE como parte de los reglamentos de desarrollo urbano.	Alta		x			Criterios de control de contaminación ambiental asociada a la MAPE suficientemente incorporados en los reglamentos del Plan Regulador	Incorporación de criterios de contaminación ambiental asociada a la MAPE en el plan regulador
5.4 Promover la gestión integral de los residuos sólidos peligrosos de la actividad de MAPE (lanas utilizadas en el proceso, envases de mercurio, sacos utilizados para trasladar materiales, entre otros que sean identificados en el diagnóstico).	5.4.1	Diagnosticar la situación de generación y disposición de residuos sólidos peligrosos asociados a MAPE.	Alta	Ministerio de Salud, Gobierno local	x			Diagnostico la situación de generación y disposición de residuos sólidos peligrosos asociados a MAPE completado	Porcentaje de avance del diagnóstico de situación de residuos sólidos peligrosos asociados a MAPE
	5.4.2	Evaluar la gestión para el control de residuos sólidos peligrosos asociados a MAPE.	Alta		x			Evaluaciones de la gestión para el control de residuos sólidos peligrosos asociados a MAPE	Resultados de la evaluación de acciones para el control de residuos sólidos peligros asociados a MAPE

Estrategia 5: Fortalecer la regulación en salud pública para minimizar la exposición al mercurio									
5.5 Gestionar un programa de educación en salud ambiental para reducir contaminación y exposición al mercurio y otros contaminantes en la MAPE.	5.5.1	Diseñar un programa de educación en salud ambiental enfocado en los riesgos asociados a la MAPE.	Alta	Gobierno Local, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, MEP, Ministerio de Salud, CCSS	x			Programa de educación en salud ambiental diseñado	Porcentaje de avance en el diseño de un programa de educación en salud ambiental
	5.5.2	Gestionar un programa de educación en salud ambiental enfocado en los riesgos asociados a la MAPE.	Alta		x			100 % de las acciones de educación en salud ambiental diseñadas han sido desarrolladas con éxito	Porcentaje de ejecución de acciones de educación en salud ambiental Calidad de las acciones a partir de la percepción de las personas participantes

Estrategia 6: Prevenir la exposición de las poblaciones vulnerables al mercurio mediante un análisis epidemiológico (exposición a mercurio y otros factores de riesgo (FR) a la salud en la MAPE)									
Objetivo principal	Fortalecer el análisis epidemiológico para comprender el proceso contaminación-exposición-vulnerabilidad-susceptibilidad y riesgo asociado a la MAPE, formalicen sus actividades de explotación y procesamiento, de acuerdo con normativa que facilite este proceso.								
Objetivo específico	Acción		Prioridad	Responsables	Línea de tiempo			Resultados esperados	Indicador
					2024	2027	2030		
6.1 Diagnosticar la exposición a mercurio y otros agentes químicos, biológicos y físicos, así como estimar dosis administradas.	6.1.1	Estimar las dosis de exposición a mercurio según matriz ambiental.	Alta	Ministerio de Salud, CCSS, CENDEISSS SETENA, DIGECA, DGM, Gobierno Local, Universidades Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (CSO)	x			Dosis de exposición a mercurio estimadas	Documento con dosis de exposición a mercurio calculadas
	6.1.2	Estimar dosis de exposición a otros agentes de interés.	Media			x		Dosis de exposición a otros agentes de interés estimadas	Documento con dosis de exposición a otros agentes de interés
	6.1.3	Comunicar resultados del diagnóstico de la exposición ambiental.	Alta		x			Informe sobre exposición a mercurio y otros agentes comunicados	Número de acciones de comunicación social
6.2 Diagnosticar la vulnerabilidad social de la población minera, sus familias y comunidades.	6.2.1	Diagnosticar la vulnerabilidad social de la población minera, familias y comunidad en cuanto a condiciones sociodemográficas, condiciones de vida, acceso a recursos y alimentación.	Alta		x			Informe sobre vulnerabilidad social concluido	Porcentaje de avance del diagnóstico sobre vulnerabilidad social
	6.2.2	Comunicar el informe sobre vulnerabilidad social.	Alta		x			Informe sobre vulnerabilidad social comunicado	Número de acciones de comunicación
6.3 Diagnosticar la susceptibilidad de la población minera, sus familias y comunidades.	6.3.1	Diagnosticar la susceptibilidad de la población minera, sus familias y comunidades.	Alta		x			Informe sobre susceptibilidad concluido	Porcentaje de avance del diagnóstico sobre susceptibilidad
	6.3.2	Comunicar el informe sobre susceptibilidad.	Alta		x			Informe sobre susceptibilidad comunicado	Número de acciones de comunicación

Estrategia 6: Prevenir la exposición de las poblaciones vulnerables al mercurio mediante un análisis epidemiológico (exposición a mercurio y otros factores de riesgo (FR) a la salud en la MAPE)									
6.4 Analizar el riesgo de enfermar atribuible a la exposición a mercurio y otros agentes peligrosos.	6.4.1	Analizar el riesgo de enfermar atribuible a la exposición a mercurio en sitios de trabajo y entorno.	Alta		x			Informe sobre riesgo de enfermar atribuible a mercurio	Porcentaje de avance del informe
	6.4.2	Analizar el riesgo de enfermar atribuible a la exposición a otros agentes peligrosos.	Media			x		Informe sobre riesgo de enfermar atribuible a otros agentes	Porcentaje de avance del informe
	6.4.3	Comunicar informe sobre riesgo de enfermar atribuible a la exposición a mercurio y a otros agentes peligrosos.	Alta		x			Informe sobre riesgos atribuibles	Número de acciones de comunicación
6.5 Desarrollar estudio de factibilidad y viabilidad de un Sistema de Vigilancia Epidemiológica (SVE) sobre los efectos del mercurio en la salud.	6.5.1	Implementar estudio de factibilidad y viabilidad de un SVE sobre los efectos del mercurio en la salud.	Alta	Ministerio de Salud, CCSS, CSO	x			Estudio sobre factibilidad y viabilidad de un sistema de vigilancia epidemiológica sobre efectos del mercurio en la salud concluido	Porcentaje de avance del informe del estudio
	6.5.2	Diseñar un SVE para riesgos asociados a la exposición al mercurio en MAPE.	Alta		x			Diseño de un SVE sobre efectos del mercurio en la salud concluido	Porcentaje de avance del diseño del sistema
	6.5.3	Implementar SVE para riesgos asociados a la exposición al mercurio.	Alta		x			SVE sobre efectos del mercurio en la salud implementado	Porcentaje de avance de la Implementación del SVE
	6.5.4	Evaluar preliminarmente el SVE sobre exposición a mercurio y riesgos.	Media			x		SVE sobre exposición a mercurio y riesgos evaluado	Resultados de la Evaluación del SVE
6.6 Promover el acceso a seguros de salud de toda la población minera y familiares.	6.6.1	Diagnosticar situación de acceso a seguros de salud por parte de la población minera y familiares.	Alta	CCSS, Ministerio de Salud, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, INS	x	x	x	Diagnóstico sobre el acceso a seguros de salud por parte de la población minera y familiares	Porcentaje de avance del diagnóstico a seguros de salud por parte de la población minera y familiares
	6.6.2	Promover el acceso a seguros de salud mediante acciones comunicación social.	Alta		x	x	x	Acciones de comunicación social para promover acceso a seguros de salud realizadas	Número de acciones de promoción para acceso a seguros de salud
6.7 Fortalecer la capacidad diagnóstica de la exposición a mercurio y enfermedades asociadas.	6.7.1	Desarrollar un programa de vigilancia biológica en personas mineras y familiares.	Alta	CCSS, Ministerio de Salud, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (CSO)	x	x	x	100% de las personas mineras y familiares bajo vigilancia biológica	Porcentaje de la población meta (personas mineras y familiares) bajo vigilancia biológica
	6.7.2	Brindar seguimiento médico de las personas potencialmente expuestas (personas mineras y familiares) para el diagnóstico temprano de patologías asociadas a la exposición en MAPE.	Alta		x	x	x	100% de las personas mineras y familiares bajo seguimiento médico	Porcentaje de la población meta bajo seguimiento médico

Estrategia 6: Prevenir la exposición de las poblaciones vulnerables al mercurio mediante un análisis epidemiológico (exposición a mercurio y otros factores de riesgo (FR) a la salud en la MAPE)									
6.8 Fortalecer el registro de información clínica y sociodemográfica a partir del seguimiento de población minera, familiares y pacientes.	6.8.1	Gestionar un sistema informático para el registro de información clínica y sociodemográfica.	Alta	CCSS, Ministerio de Salud	x	x	x	Sistema informático habilitado	Nivel de habilitación del sistema informático
	6.8.2	Capacitar al personal encargado para el registro de información clínica y sociodemográfica.	Alta		x	x	x	100% del personal encargado capacitado en el registro de información clínica y sociodemográfica (a partir de bases de datos habilitadas o el EDUS	Porcentaje del total de personal que ha sido capacitado en registro de información
6.9 Promover la salud y prevenir enfermedades asociadas a la exposición en la MAPE.	6.9.1	Diseñar y gestionar un programa de educación en salud enfocado en la población meta.	Media	CCSS, Ministerio de Salud	x			Programa de educación en salud diseñado	Porcentaje de avance en el diseño del programa de educación en salud
	6.9.2	Gestionar un programa de educación en salud enfocado en la población meta.	Media		x	x	x	Programa de educación en salud dirigido a población meta desarrollado	Número de acciones de educación en salud implementadas dirigidas a la población meta

Estrategia 7: Proporcionar información a los mineros artesanales y que extraen oro en pequeña escala y las comunidades afectadas									
Objetivo principal	Desarrollar capacidades y los medios para el diálogo, comunicación y capacitación de las personas involucradas en la MAPE								
Objetivo específico	Acción		Prioridad	Responsables	Línea de tiempo			Resultados esperados	Indicador
					2024	2027	2030		
7.1 Brindar información de referencia para los mineros y sus comunidades.	7.1.1	Elaborar una estrategia de comunicación durante el proceso de formalización, que facilite el diálogo entre los líderes de las cooperativas mineras y las entidades competentes del Estado, con el fin de facilitar el establecimiento de acuerdos y compromisos, así como su cumplimiento.	Alta	Casa Presidencial/ MIDEPLAN; Despacho Ministro MINAE, DIGECA, DGM	x			Estrategia de comunicación	Población alcanzada
	7.1.2	Desarrollar guías y manuales de buenas prácticas mineras y ambientales para la MAPE.	Alta	DGM-SETENA-MINAE-MS	x			Guía de Buenas Prácticas mineras	Número de mineros capacitados con la guía

Estrategia 8:Incentivar mecanismos de mercado que favorezcan oro extraído con prácticas sostenibles									
Objetivo principal	Brindar el reconocimiento y valor agregado a la MAPE de oro a nivel nacional								
Objetivo específico	Acción		Prioridad	Responsables	Línea de tiempo			Resultados esperados	Indicador
					2024	2027	2030		
8.1 Promover la búsqueda de alternativas de negocios que permitan a los mineros artesanales de Abangares brindar valor agregado	8.1.1	Promover la búsqueda de alternativas de negocios que permitan a los mineros artesanales de Abangares brindar valor agregado al oro que extraen, como es la separación del oro de la plata y otros minerales, lo que incrementa el precio de venta; así como la elaboración de joyas a nivel local o la generación de encadenamientos productivos con emprendedores o empresas en otras regiones del país.	Media	Casa Presidencial/ MIDEPLAN; DGM; DIGECA; MEIC, Banca para el Desarrollo, INA, Universidades, PROCOMER	x			Diversificar la economía local	Número de actividades activas
	8.1.2	Promover la certificación internacional para la diferenciación del oro MAPE de Costa Rica en el mercado internacional.	Media	DGM, DIGECA, PROCOMER, MEIC, entes certificadores		x		Mayor reconocimiento al proyecto obtenido	Número de certfiicaciones obtenidas
8.2 Reflejar la contribución de la MAPE de oro a la economía nacional	8.2.1	Promover la revisión del sistema de cálculo del valor agregado estimado por el Banco Central de Costa Rica, generado por el sector de minería de oro, incluyendo la minería artesanal en el país, para que refleje de una manera más exhaustiva la contribución del sector a la economía nacional.	Media	Banco Central de Costa Rica; DIGECA; DGM			x	Valor agregado del sector de MAPE identificado	Porcentaje de contribución del sector

Los objetivos de cada estrategia mostrados en los cuadros anteriores se complementa con acciones, plazos, supuestos y actividades, fuentes de financiamiento y una estimación de costos; esta información complementaria se muestra en el Anexo-3. Matriz de estrategias y presupuesto.

VI. MECANISMO DE EVALUACIÓN

El Convenio de Minamata, en el artículo 7, establece que los países deberán presentar cada tres años un reporte de los avances en la implementación del Plan Nacional de Acción sobre el uso de mercurio en la minería artesanal y de pequeña escala de oro. Por esta razón, se ha definido un mecanismo de seguimiento y evaluación, de acuerdo con las competencias de las principales instituciones relevantes dentro de la implementación del plan:

Entidad que lidera	Entidades de apoyo	Competencia
DIGECA	DGM SETENA Ministerio de Salud	Seguimiento general a la implementación del Convenio de Minamata. En coordinación con DGM, SETENA y el Ministerio de Salud, proponer los ajustes a la implementación del PNA y el mecanismo de evaluación. Seguimiento del cumplimiento de cada una de las estrategias del PNA
DIGECA,	DGM	Conducir la sistematización y evaluación general del PAN. Evaluación y seguimiento de la estrategia para la reducción de las liberaciones y los riesgos de la exposición al mercurio, así como eliminación de las peores prácticas. Evaluación y seguimiento de la estrategia para la participación e información de las partes interesadas en la implementación y desarrollo continuo, así como el incentivo de mecanismos de mercado que favorezcan oro extraído con prácticas sostenibles.
DGM	SETENA	Evaluación y seguimiento de la estrategia para formalización/regularización de las personas involucradas en la MAPE de oro.
Ministerio de Salud	DIGECA	Evaluación y seguimiento de la estrategia para el control del comercio y uso ilegal de mercurio y compuestos de mercurio.
Ministerio de Salud	CCSS DIGECA	Evaluación y seguimiento de la estrategia de salud pública.

Como complemento a los indicadores de las acciones del plan de trabajo, se establecen los siguientes indicadores generales que permitan el seguimiento y evaluación del progreso de la efectividad del Plan Nacional de Acción:

Meta de reducción:

Meta de reducción nacional	Estrategias	Indicadores
Meta de reducción 1: reducir la utilización de mercurio en la MAPE a un 50% del valor de referencia respecto a la estimación actual promedio anual de 131,0 Tm de mercurio/año para el 2028 y una reducción del 100% para el 2030.	Estrategias para reducir las emisiones, las liberaciones y los riesgos de exposición.	Cantidad de mercurio utilizado en el sector por año
		Relación Hg:Au
	Estrategias para gestionar el comercio ilícito de mercurio.	Cantidad de mercurio decomisado Cantidad de personas funcionarias públicas capacitadas
	Incentivar mecanismos de mercado que favorezcan oro extraído con prácticas sostenibles.	Capacitaciones sobre mecanismo de mercados existentes
	Medidas para facilitar la formalización de la MAPE de oro.	Cantidad de medidas establecidas para facilitar la formalización Cantidad de las personas involucradas en la MAPE de oro formalizados/regularizados
	Estrategias para atraer la participación de los grupos de interés.	Número de actividades realizadas Cantidad de personas involucradas
	Regulación en salud pública para minimizar la exposición al mercurio.	Número de personas atendidas por posible intoxicación por mercurio a través de personal capacitado
	Estrategias para prevenir la exposición de las poblaciones vulnerables al mercurio mediante un análisis epidemiológico (exposición a mercurio y otros factores de riesgo (FR) a la salud en la MAPE).	Número del personal capacitado, principalmente en atención de primer nivel respecto a la detección, seguimiento y prevención de enfermedades por exposición al mercurio.
	Estrategias para proporcionar información a las personas involucradas en la MAPE de oro.	Número de personas involucradas en la MAPE participantes de los mecanismos de información y participación

VII. REFERENCIAS

Arauz, A. (2014). EVOLUCIÓN E INVOLUCIÓN DE LA ACTIVIDAD MINERA AURÍFERA EN COSTA RICA DURANTE LAS PASADAS TRES DÉCADAS. *Revista Geológica de América Central*, 29-37.

Araya Pochet, C. (enero de 1976). La Minería En Costa Rica (1821-1843). *Revista De Historia*(2), 85-125. Obtenido de https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/historia/article/view/11925/16444

Artisanal Gold Council; Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2012). *Guía Práctica Reducción del uso de mercurio en la minería de oro artesanal y de pequeña escala.*

Asamblea Legislativa. (1 de diciembre de 2010). *Ley 8904 Reforma Código de Minería y sus reformas ley para declarar a Costa Rica país libre de Minería Metálica a Cielo Abierto.* Obtenido de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=69614&nValor3=128982&param2=1&strTipM=TC&lResultado=2&strSim=simp

Asamblea Legislativa. (5 de febrero de 2019). *Ley 9662 para prorrogar el plazo establecido en el transitorio I de la Ley N° 8904.* Obtenido de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=88197&nValor3=115162&param2=1&strTipM=TC&lResultado=1&strSim=simp

Asamblea Legislativa. (15 de febrero de 2022). *Ley 10132 de fortalecimiento y mejoramiento ambiental de la minería artesanal de Abangares.* Obtenido de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=96337&nValor3=128979&strTipM=TC

Asamblea Legislativa. (10 de febrero de 2022). *Ley No 10132 de fortalecimiento y mejoramiento ambiental de la minería artesanal de Abangares*. Obtenido de https://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=96337&nValor3=128979&strTipM=TC

Asamblea Nacional Constituyente. (1949). *Constitución Política de la República de Costa Rica*. Obtenido de https://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=871

Bogantes, J. F. (11 de marzo de 2021). Gestor Unidad Ambiental - Municipalidad de Abangares.

Bolívar, S., Chamorro, N., & Ludington, S. (1988). Reseña del Congreso "Conferencia Internacional del Oro en Costa Rica". *Revista Geológica de América Central*(8), 145-148. Obtenido de https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/geologica/article/view/12954/12245

Calvo-Vargas, G., Rojas-Solano, E., González-Solís, C., & Valverde-Mora, E. (2021). *Estimaciones de referencia del uso de mercurio en la minería aurífera artesanal y de pequeña escala.* San José: Proyecto Desarrollo del Plan Nacional de Acción de Minamata para reducir y hasta dónde sea posible eliminar el uso del mercurio en la Minería Artesanal de Oro en Costa Rica, para proteger la salud y el ambiente, y en concordancia con la Ley No. 8904".

Castillo, R. (1997). *Recursos Minerales de Costa Rica, Génesis, distribución y potencial.* San José: Editorial de la Universidad de Costa Rica.

Castillo-Rodríguez, A. (2006). Industria minera y coligallerismo en Abangares: un análisis desde la perspectiva histórica. *Revista Herencia, 19*, 33-58.

Cunill, D. (2010). Las politicas con enfoque de derecho y su incidencia en la institucionalidad pública. *Revista del CIAD Reforma y Democracia*.

Departamento de Control Minero, Dirección de Geología y Minas. (2018). *Diagnóstico consolidado de la actividad minera en Costa Rica, período 2016-2017.* Obtenido de http://www.geologia.go.cr/mineria/datos/Diagnostico%20pais.pdf

DIGECA. (s.f.). Obtenido de http://www.digeca.go.cr/sites/default/files/documentos/3_marco_juridico_institucional_y_politico.pdf

DIGECA. (2017). *Análisis socioeconómico de minería de oro artesanal y sustitucion de productos Anexo A parte I.* Obtenido de Dirección de Gestión de Calidad Ambiental (DIGECA); Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF); Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD): http://www.digeca.go.cr/sites/default/files/documentos/4_analisis_socioeconomico_mineria_de_oro_artesanal_y_sustitucion_de_productos_anexo_a_parte_1.pdf

DIGECA. (2017). *Estado de situacion: Uso de amalgamas y Minería artesanal de oro en Costa Rca: La Minería Artesanal en Abangares.* Obtenido de http://www.digeca.go.cr/areas/mercurio-convenio-de-minamata

DIGECA. (2017). *Mercurio en áreas prioritarias de Costa Rica.* Obtenido de Dirección de Gestión de Calidad Ambiental (DIGECA); Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF); Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD): http://www.digeca.go.cr/sites/default/files/documentos/6_mercurio_en_areas_prioritarias_de_costa_rica.pdf

DIGECA. (s.f.). *MIA.* Obtenido de http://www.digeca.go.cr/sites/default/files/documentos/1_evaluacion_inicial_para_la_implementacion_del_convenio_de_minamata_sobre_mercurio.pdf

Dirección de Geología y Minas. (2020). *Dignóstico Minero de la Región Chorotega Periodo 2019-2020.* Obtenido de http://www.geologia.go.cr/mineria/regiones_mineras/informes/2019-2020/DIAGNOSTICO%20MINERO%20REGION%20CHOROTEGA,%202019-2020.pdf

Dirección de Gestión de Calidad Ambiental (DIGECA); Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF); Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2017). *Inventario de emisiones. Toolkit PNUMA.* Obtenido de http://www.digeca.go.cr/sites/default/files/documentos/5_inventario_de_emisiones_toolkit_pnuma.pdf

Fernández-Villalobos, N. (2017). *Estudio exploratorio sobre exposición a mercurio.*

Huapaya, A. (2013). *Proyectando a los desafíos de Costa Rica.* Obtenido de http://www.geologia.go.cr/educativo/folletos/guia_gira_de_campo.pdf

INEC. (2020). *Defunciones 2011-2021. [Conjunto de datos].*

INEC. (2020). *ENAHO.Indicadores de pobreza multidimensional según zona y región de planificación.*

Iniciativa Osa y Golfito. (sf). *Minería de Oro.* Obtenido de https://inogo.stanford.edu/sites/default/files/Miner%C3%ADa_de_Oro_061713%20v1.pdf

MIDEPLAN. (2017). *Índice de Desarrollo Social* .

MINAE. (12 de enero de 2016). *No. 37225-MINAET Reglamento de la actividad de la minería artesanal y en pequeña escala para subsistencia familiar por parte de Cooperativas Mineras.* Obtenido de https://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=73102&nValor3=103003&strTipM=TC

Ministerio de Ambiente y Energía. (2001). *Decreto Ejecutivo No. 29300-MINAE Reglamento al Código de Minería.* Obtenido de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=45999&nValor3=97668&param2=3&strTipM=TC&lResultado=21&strSim=simp

Ministerio de Ambiente y Energía. (12 de enero de 2016). *No. 37225-MINAET Reglamento de la actividad de la minería artesanal y en pequeña escala para subsistencia familiar por parte de Cooperativas Mineras.* Obtenido de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=73102

O'Neill, J. D., & Telmer, K. (2017). *Métodos y herramientas: determinación del uso de mercurio en el sector de la minería de oro artesanal y en pequeñaescala (MAPE).* Ginebra, Suiza: PNUMA.

OMS. (2021). *Guia paso a paso para desarrollar una estrategia de salud pública para la extracción de oro artesanal y en pequeña escala en el contexto del Covenio de Minamata sobre el Mercurio.*

Organización Mundial de la Salud. (2021). Guia paso a paso para desarrollar una estrategia de salud pública para la extracción de oro artesanal y en pequeña escala en el contexto del Covenio de Minamata sobre el Mercurio. Organización Mundial de la Salud.

Ovares Jiménez, S. (2018). *Examen de razonabilidad jurídica ante la prohibición absoluta del uso del cianuro y mercurio en el beneficio del oro en Costa Rica.* San José: Tesis de Licenciatura en Derecho, Facultad de Derecho. Universidad de Costa Rica.

PGR SINALEVI. (2022). *Sistema Costarricense de Información Jurídica.* Obtenido de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_resultado_simple.aspx?nRestrictor=&Termino=&Tesauro=%20&param5%20=&param6=&param10=&txtAnnoDesde=%20&txtAnnoHasta=&param2=4

Reyes-Gatjens, V. (2021). *Evaluación socioeconómica del sector minero costarricense.* San José: Proyecto Desarrollo del Plan Nacional de Acción de Minamata para reducir y hasta dónde sea posible eliminar el uso del mercurio en la Minería Artesanal de Oro en Costa Rica, para proteger la salud y el ambiente, y en concordancia con la Ley No. 8904".

Ruiz-Barrantes, S. (2012). *Diagnóstico de la minería artesanal aurífera en el cantón de Abangares, Costa Rica.*

Sala Constitucional. (3 de Septiembre de 2021). *Resolución Nº 20047 - 2021.Expediente: 19-011277-0007-CO.* Obtenido de https://nexuspj.poder-judicial.go.cr/document/sen-1-0007-1063879

Scott, W. R. (1987). The adolescense of institutional theory. *Administrativa Science,* 493-511.

SERNAGEOMIN. (2022). *Servicio Nacional de Geología y Minería. MInisterio de Minería. Gobierno de Chile.* Obtenido de https://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2018/01/Preguntas-frecuentes-sobre-relaves.pdf

SINAC. (2019). *Plan General de Manejo Zona Protectora Abangares 2020-2029.* San José.

VIII. ANEXOS

1. Términos de referencia para el grupo de trabajo

Para la toma de decisiones dentro del proyecto *Desarrollo del Plan Nacional de Acción de Minamata para reducir y, hasta donde sea posible, eliminar el uso del mercurio, para proteger la salud y el ambiente, en la minería artesanal en Costa Rica y en concordancia con la Ley 8904*, se conforma un Comité Directivo, integrado por las siguientes instituciones:

Dependencia	Delegado	Función/Rol
Despacho del Viceministerio de Energía y Gestión Ambiental, MINAE	Rolando Castro Córdoba Celeste López Nancy Artavia Vigny Alvarado	Apoyar la implementación del proyecto desde una perspectiva política y de facilitación de las actividades entre los diferentes sectores.
Dirección de Gestión de Calidad Ambiental (DIGECA), MINAE	Shirley Soto Montero Nuria Chavarría María del Mar Solano José Rodríguez Ledezma	Coordinar el proyecto PNA en cumplimiento con lo establecido por el Convenio de Minamata sobre mercurio.
Dirección de Geología y Minas (DGM), MINAE	Ileana Boschini López Mario Gómez Venegas Jorge Obando	Asesorar en temas de minería, concesiones y situación de la zona MAPE en Abangares.
Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA), MINAE	Cynthia Barzuna Ulises Álvarez Acosta Gerardo Calero	Asesorar en aspectos técnicos-legales para el proceso de formalización de la MAPE.
Dirección de Salud Ambiental, Ministerio de Salud	Ricardo Morales Vargas Paula Solano Gamboa	Asesorar en aspectos de salud pública y formalización del sector.

Para el desarrollo de los estudios diagnósticos que sustentan el Panorama Nacional, se contó con la contratación de los siguientes equipos consultores como expertos en las siguientes áreas:

- Minería
- Legal
- Desarrollo socioeconómico
- Salud pública
- Evaluación ambiental
- Inclusión de perspectiva de género
- Comunicación

2. Análisis de línea base nacional detallado

a. Metodología

Para obtener las estimaciones de referencia del mercurio utilizado en la MAPE de oro, se utilizó como base la versión 1.0 de la guía técnica *Métodos y Herramientas para la determinación del uso de mercurio en el sector de la minería de oro artesanal y en pequeña escala (MAPE)* producida por Artisanal Gold Council (AGC) en colaboración con la Asociación Mundial del Mercurio del PNUMA (O'Neill & Telmer, 2017).

Como trabajo previo, se procesó la información sobre la ubicación de sitios de procesamiento con rastras en el cantón de Abangares, mediante consulta con la DGM. Este listado presentó la limitación de ser anterior al 2005 y georreferenciaba los sitios con un sistema que ya no se emplea en el país, por lo que limitó la localización de los sitios durante las visitas al campo.

También, se contactó a personas involucradas en la MAPE de oro que trabajan de forma independiente, así como a integrantes de cooperativas mineras de Abangares para lograr su participación en el proyecto.

Con esta información se preparó un mapa con la ubicación de las rastras y se escogieron las zonas de mayor cantidad y cercanía entre estas para programar las visitas de campo, con colaboración de algunas de las personas involucradas en MAPE e instituciones de la zona de estudio. Asimismo, se elaboró un documento de entrevista y consentimiento informado con los mismos documentos de referencia bibliográfica.

El trabajo de campo para las estimaciones del uso de mercurio en la MAPE se desarrolló mediante seis giras de los expertos contratados, que sumaron un total de 19 días de trabajo.

La metodología para la elaboración de la estrategia de salud se fundamenta en la *Guía paso a paso para desarrollar una estrategia de salud pública para la extracción de oro artesanal y en pequeña escala en el contexto del Convenio de Minamata sobre el Mercurio* de la OMS (Organización Mundial de la Salud, 2021), la cual propone dos fases: una constituida por la Evaluación de Capacidad Institucional (ECI) y la Evaluación Rápida de la Salud (ERS) para describir los desafíos de la salud pública y una segunda generada a partir de los resultados de la primera que corresponde al diseño de la estrategia preventiva y su validación.

b. Resultados

Los resultados obtenidos se muestran en el cuadro 1 de la sección III.4.

c. Lagunas de conocimiento

El desarrollo de este plan coincidió con un periodo de crisis entre las personas involucradas en las MAPE e instituciones que buscaban dar trazabilidad a la explotación ilegal en otra ubicación del país no relacionada a MAPE, lo que ocasionó un ambiente de desconfianza en la comunidad de Abangares; dificultó el acceso a la información y mermó la participación esperada. Para paliar esta situación, se desarrolló una campaña informativa por diferentes

medios de comunicación nacionales y regionales, la cual se puede visualizar en este sitio web: http://www.digeca.go.cr/proyectos/desarrollo-del-plan-nacional-de-accion-de-mina-mata-para-reducir-y-hasta-donde-sea-posible

3. Matriz de estrategias y presupuesto

Estrategia 1: Facilitar la formalización de la MAPE de oro						
Objetivo principal	Promover que las personas dedicadas a la MAPE de oro (hombres y mujeres) formalicen sus actividades de explotación, procesamiento y comercialización, de acuerdo con normativa que facilite este proceso.					
Objetivo específico	Acción		Plazos	Supuestos (S) y Actividades previas (A)	Fuente de financiamiento	Costo
1.1 Revisar y fortalecer el marco normativo para la formalización y regularización de las personas dedicadas a actividades de MAPE de oro	1.1.1	Actualizar la normativa, procedimientos e instrumentos para formalización/ regularización de la MAPE de oro mediante una reforma al Código Minero que se ajuste a la realidad del sector.	12 meses	S1. Voluntad política para la promoción y aprobación del Proyecto.	Externo	$2.000
	1.1.2	Determinar las condiciones para otorgar concesiones de explotación y procesamiento/ beneficiado a personas dedicadas a actividades de MAPE de oro y que contemple, cuando así se requiera, promocionar la participación de las mujeres.	12 meses	S1. Voluntad política para la promoción y aprobación del Proyecto.	Interno	$2.000
	1.1.3	Evaluar las formas de organización dirigidas a las personas dedicadas a actividades de MAPE de oro, que les permita obtener concesiones y explotarlas de forma ambientalmente adecuada.	12 meses	S1. Anuencia a participar de parte de los mineros.	Externo	$2.000
1.2 Desarrollar y fortalecer la institucionalidad para la gestión de la formalización y regularización de actividades de MAPE de oro.	1.2.1	Fortalecer los equipos profesionales de las instituciones del Estado involucradas en la actividad minera del sector MAPE.	12 meses	A1. Identificar el personal técnico idóneo para conformar estos equipos facilitadores en los procesos. A2. Desarrollar un plan de capacitaciones internas a los técnicos de las diferentes instituciones, con el fin de unificar y establecer estándares de criterios técnicos. A3. Generar fichas técnicas y normas a nivel institucional.	Interno	$10.000
	1.2.2	Generar una amnistía (evitar sanciones administrativas y de otro tipo a quienes hayan ejecutado actividades irregulares ante la ausencia de concesión), plazos para someterse al proceso de regularización y las consecuencias asociadas de quienes no se sometan a ella o sean denegadas sus solicitudes por algún motivo.	12 meses		Interno	N/A

	1.2.3	Determinar el instrumento de evaluación de impacto ambiental que debe ser aplicable a actividades MAPE en curso/operación (instrumento de gestión ambiental correctivo minero u otra terminología) y las nuevas.	6 meses	S1. Voluntad de trabajo conjunto de las instituciones.	Interno	N/A
	1.2.4	Establecer acciones de coordinación legal e interinstitucional para el otorgamiento de otros permisos necesarios para la actividad, tales como permisos sanitarios de funcionamiento, licencias municipales, entre otros.	12 meses		Interno	N/A
	1.2.5	Realizar un censo minero (con información desagregada por sexo y que indique el tipo de tecnología empleada) que sea actualizado periódicamente o incorporado al censo nacional de población.	6 meses	S1. Existencia de recursos económicos y humanos, en la institución a cargo (o mediante una contratación) del levantamiento de información. S2. Anuencia por parte de los mineros a participar en el censo.	Externo	$80.000
	1.2.6	Desarrollar un régimen especial tributario para el sector MAPE de Abangares, que contribuya a la formalización de los mineros.	24 meses	A1. Existe voluntad política para la formalización del sector MAPE de Abangares. A2. Se realiza estudio con propuesta para el desarrollo de un régimen especial tributario para el sector MAPE de Abangares. A3. Se logra la aprobación del régimen especial tributario para el sector MAPE por parte del Ministerio de Hacienda.	Externo	$15.000
	1.2.7	Desarrollar un régimen contributivo especial de seguridad social para el sector MAPE de Abangares, que contribuya a la formalización las personas involucradas.	24 meses	S1. Existe voluntad política para la formalización del sector MAPE de Abangares. A1. Se realiza estudio con propuesta para el desarrollo de un régimen especial tributario para el sector MAPE de Abangares. A2 Se logra la aprobación del régimen especial tributario para el sector MAPE por parte del Ministerio de Hacienda.	Externo	$15.000
1.3 Desarrollar capacidades gerenciales en las personas involucradas en la MAPE de oro.	1.3.1	Acompañar, fortalecer y capacitar a las personas líderes de las cooperativas mineras MAPE en temas administrativos, gerenciales y organizativos vinculados con las cooperativas, para su conformación, puesta en marcha y consolidación, alentando la participación de mujeres de la comunidad.	24 meses	A1 Se establece una alianza estratégica por parte del MINAE con Infocop y el INA para la capacitación y acompañamiento de las cooperativas mineras MAPE.	Externo	$35.000

	1.3.2	Brindar apoyo en la gestión de líneas de crédito en condiciones especiales para financiar los procesos de cambio tecnológico de las cooperativas MAPE (incluyendo los estudios para obtener la concesión minera, compra de equipos u otros), por tecnologías libres de mercurio.	24 meses	S1. Existe voluntad política para brindar líneas de crédito en condiciones especiales a las cooperativas MAPE. A1. Se logra gestionar los recursos financieros necesarios para la elaboración de los estudios técnicos y brindar acompañamiento que permita a las cooperativas MAPE obtener la concesión minera en un corto plazo. A2. Se elaboran y presentan los estudios de EIA requeridos para obtener la concesión minera por parte de las cooperativas mineras. A3 Las cooperativas MAPE se formalizan.	Externo	$400.000
Estrategia 2: Eliminar las peores prácticas y reducir las emisiones, las liberaciones y los riesgos de exposición E+C31						
Objetivo principal	Promover, entre los mineros dedicados a la MAPE, la adopción de tecnologías o procedimientos para extracción de oro que representen alternativas al uso de mercurio y, por ende, la eliminación de las peores prácticas del uso de esta sustancia en la MAPE.					
Objetivo específico	Acción		Plazos	Supuestos (S) y Actividades previas (A)	Fuente de financiamiento	Costo
2.1 Promover la adopción de tecnologías eficientes para la extracción y procesamiento de oro libres del uso de mercurio	2.1.1	Diseñar y financiar un proyecto piloto con tecnología libre de mercurio que permita determinar los rendimientos y rentabilidad del cambio tecnológico, con al menos una de las cooperativas organizadas en Abangares, mediante un convenio que permita que el equipo permanezca en lugar.	12 meses	S1. Se define y establece un acuerdo de cooperación con una cooperativa para la instalación de los equipos y para la realización de las pruebas. S2. Existen las condiciones legales para el desarrollo e implementación del proyecto piloto. A1. Se realiza estudio de granulometría y ensayos metalúrgicos de la mena con el fin de conocer el tamaño óptimo de la partícula para que ocurra la liberación del oro en las diferentes minas en Abangares. A2. Se llevan a cabo pruebas para determinar el equipo con tecnología libre de mercurio, apropiado y su calibración. S3. Se logra plan de inversión rentable. A3. Se apoya a los cooperativas MAPE en la gestión del financiamiento requerido. A4. Se realiza la compra de los equipos de tecnologías libres de mercurio, con financiamiento externo o recursos internos de Banca para el Desarrollo, DINADECO o Infocoop.	Externo	$300.000

	2.1.2	Diseñar e implementar un paquete de capacitación para personas líderes de las cooperativas MAPE de Abangares en alternativas tecnológicas libres de mercurio, con el fin de incentivar su adopción en un corto y mediano plazo, procurando una participación equitativa de las mujeres.	24 meses	S1 Se cuenta con el equipo recomendado y con expertos que puedan brindar las capacitaciones requeridas.	Externo	$50.000
	2.1.3	Promover la implementación en el sector MAPE de prácticas dirigidas a la aplicación de técnicas libres de mercurio, tales como gravimetría, flotación, cianuración, y otras mediante alianzas con organizaciones no gubernamentales o similares que estén liderando el tema a nivel internacional.	8 meses	A1 Realizar estudios previos de la mineralogía de los diferentes tipos de mena y vetas que se explotan en el área MAPE de Abangares. A2. Ubicar y seleccionar a aquellos mineros organizados que cuenten con un sistema de procesamiento con todos los equipos requeridos para el tipo de tecnología por evaluar. A3. Realizar pruebas de campo con los equipos disponibles en el mercado y aplicables al sector MAPE, tales como gravimetría, flotación, cianuración y otros; con el fin de medir la efectividad o limitaciones del uso de estas técnicas para los diferentes tipos de mena dentro de las principales áreas de extracción. A4. Capacitar y acompañar a los mineros durante la implementación de nuevas tecnologías, y para el mejoramiento de las técnicas aplicadas actualmente. S1. Existencia de recursos económicos y humanos en las instituciones a cargo. S2. Anuencia por parte de los mineros a participar en las actividades de este plan.	Externo	$40.000

2.2 Controlar y erradicar la cianuración en el procesamiento de lamas o relaves contaminados con mercurio.	2.2.1	Promover la disminución de la producción de lamas contaminadas con mercurio mediante el almacenamiento de forma separada de las lamas libres de mercurio de aquellas contaminadas con mercurio.	12 meses	A1 Valorar las diferentes técnicas existentes para la limpieza de lamas contaminadas con mercurio, y para extraer el oro contenido, además, que sean aplicables en el sector MAPE. A2 Identificar y cartografiar los sitios de almacenamiento de lamas contaminadas con mercurio, así como sus volúmenes estimados. A3 Sensibilizar a los mineros sobre la importancia de separar ambos tipos de lama, y la posibilidad de otorgar algún reconocimiento a aquellos mineros que lo implementen. A4. Muestrear sistemáticamente las pilas de lamas para realizar análisis en laboratorio.	Externo	$200.000
	2.2.2	Identificar la cantidad de lamas potencialmente contaminadas con mercurio mediante un inventario nacional de lamas como pasivos ambientales.	12 meses	S1. Podría incluirse como una actividad regular del censo minero.	Externo	No aplica (costo institucional)
	2.2.3	Promover la descontaminación de las lamas que contienen mercurio mediante convenios con universidades, empresas locales u otros.	12 meses	A1. identificar las tecnologías apropiadas para la remoción de mercurio de las lamas que lo contienen.	Externo	$200.000
2.3 Revisar y fortalecer el ordenamiento de las zonas y sitios dedicados a actividades MAPE de oro.	2.3.1	Diseñar e implementar un programa continuo de capacitación y asistencia técnica para mineros, en temas como normas y procesos de regularización de la actividad, técnicas de extracción, nuevas tecnologías, aspectos ambientales, seguridad laboral y salud ocupacional, entre otras.	12 meses	A1. Identificar las áreas necesarias de capacitación hacia los mineros.A.2. Capacitar a los técnicos de las instituciones en las diferentes áreas de asistencia técnica identificadas. S1. Que se haya promovido la concientización de los mineros, sobre la importancia que representa para su negocio la actividad minera regularizada, así como el beneficio para la comunidad y para el ambiente, de la implementación de buenas prácticas mineras. S2. Existencia de recursos económicos y humanos, en las instituciones a cargo.	Interno	No aplica (si fuera costo institucional)/ - $65.000 (mediante contratación)
	2.3.2	Promover la investigación científica con fines mineros en el sector MAPE.	2 meses	A1. Generar convenios en conjunto con universidades públicas, u otras organizaciones. S1. Existencia de recursos económicos y humanos, en las instituciones a cargo.S2. Anuencia de los propietarios de las fincas de interés para la investigación minera.	Externo	N/A

	2.3.3	Estudiar la contaminación potencial generada en los centros de compra y fundición del doré producido por los mineros del sector MAPE.	6 meses	A1. Generar convenios en conjunto con universidades públicas. S1. Existencia de recursos y personal capacitado para realizar el análisis ambiental. S2. Existencia de colaboración por parte de los propietarios de plantas privadas donde se utilice cianuro en el procesamiento de lamas con mercurio para la producción. S3 Que se comparta la información generada con otras instituciones del área de salud, tales como Ministerio de Salud y Caja Costarricense del Seguro Social.	Externo	$42.000 (mediante contratación)/ - No aplica (con uso de equipo institucional)
	2.3.4	Estudiar la contaminación potencial por drenaje ácido generada en los principales sitios de extracción mineral de la MAPE.	12 meses	A1. Generar convenios en conjunto con universidades públicas. S1. Existencia de recursos y personal capacitado para realizar el análisis ambiental. S2. Existencia de colaboración por parte de los propietarios de plantas privadas donde se utilicen cianuro en el procesamiento de lamas con mercurio para la producción de S3. Que se comparta la información generada con otras instituciones del área de salud, tales como Ministerio de Salud y Caja Costarricense del Seguro Social.	Externo	$60.000 (mediante contratación)/ - No aplica (con uso de equipo institucional)
	2.3.5	Evaluar la posible generación e impacto ambiental potencial de compuestos bio-disponibles de cianuro y mercurio dentro del área MAPE.	6 meses	A1. Generar convenios en conjunto con universidades públicas. S1. Existencia de recursos y personal capacitado para realizar el análisis ambiental. S2. Existencia de colaboración por parte de los propietarios de plantas privadas donde se utilice cianuro en el procesamiento de lamas con mercurio para la producción. S3 Que se comparta la información generada con otras instituciones del área de salud, tales como Ministerio de Salud y Caja Costarricense del Seguro Social. .	Externo	$45.000 (mediante contratación)/ - No aplica (con uso de equipo institucional)
Estrategia 3: Estrategias para gestionar el comercio y prevenir el desvío de mercurio						
Objetivo principal	Fortalecer el sistema de control y seguimiento del comercio y uso de mercurio.					
Objetivo específico	Acción		Plazos	Supuestos (S) y Actividades previas (A)	Fuente de financiamiento	Costo

3.1 Revisar y actualizar el marco normativo sobre la restricción del uso de mercurio en actividades mineras.	3.1.1	Regular mediante un decreto ejecutivo la venta y el uso del mercurio y cianuro (con un apartado que incluya la cianuración de lamas con mercurio).	6 meses	S1. Voluntad de trabajo conjunto. S2. Voluntad del Poder Ejecutivo para emitir un decreto al respecto.	Interno	Costos asociados: presupuestos institucionales
	3.1.2	Establecer un sistema de fiscalización que permita determinar con claridad la calidad y cantidad del oro que se exporta (elaboración y aplicación de notas técnicas por parte de DGM), así como la importación de mercurio, generando estadísticas confiables; y una revisión de la cadena de suministros con el fin de cumplir con los estándares internacionales establecidos por países como EE.UU., Canadá y Reino Unido, los cuales son los principales socios comerciales y donde existe oportunidad de crecimiento para el país en la exportación de oro con valor agregado.	24 meses	A1. Se establece el sistema de fiscalización de la calidad y cantidad de oro que se exporta, a partir de la nota técnica desarrollada por DGM. A2. Se lleva a cabo una revisión de la cadena de suministros del oro con el fin de cumplir con los estándares internacionales y generar oportunidades de mercado internacional para el sector MAPE. S1. Se llevan estadísticas confiables de la importación de mercurio y exportación de mercurio.	Externo	$30.000
	3.1.3	Actualizar la legislación costarricense y las reformas requeridas, en torno a la comercialización del oro a nivel local e internacional, así como las competencias de cada entidad vinculada, con el fin de establecer reglas claras que faciliten la fiscalización y la compra y venta del oro en el mercado nacional e internacional.	24 meses	S1. Existe voluntad política para realizar las reformas necesarias para promover la comercialización del oro a nivel local e internacional. S2. Se dispone de un análisis del marco legal e institucional ligado a la comercialización del oro. S3. Se desarrolla el instrumento requerido para su negociación y aprobación en la Asamblea Legislativa, donde se definen las competencias de las entidades vinculadas con claridad.	Externo	$20.000
3.2 Determinar la calidad y cantidad del oro que se exporta, así como la importación de mercurio, generando estadísticas confiables.	3.2.1	Elaborar una Nota técnica para la importación del mercurio en el Convenio de Minamata, con el fin de regular la comercialización doméstica e internacional y obtener suficiente trazabilidad.	6 meses	S1. Voluntad de trabajo conjunto de las instituciones. S2. El vencimiento de plazos para el uso legal del mercurio se aplica de forma efectiva.	Interno	Costos asociados: presupuestos institucionales
	3.2.2	Elaborar una Nota técnica para la exportación de oro de conformidad al Código de Minería, con el fin de regular la comercialización doméstica e internacional y obtener suficiente trazabilidad.	6 meses	S1. Voluntad de trabajo conjunto de las instituciones. S2. El vencimiento de plazos para el uso legal del mercurio se aplica de forma efectiva.	Interno	Costos asociados: presupuestos institucionales
Estrategia 4: Promover la participación de los grupos de interés en la aplicación y el perfeccionamiento permanente del plan nacional de acción						
Objetivo principal	Desarrollar capacidades y los medios para el diálogo, comunicación y capacitación de las personas involucradas en la MAPE					
Objetivo específico	Acción		Plazos	Supuestos (S) y Actividades previas (A)	Fuente de financiamiento	Costo

4.1 Institucionalizar el diálogo entre las partes relevantes dentro de la MAPE de oro, poniendo énfasis en el fortalecimiento de entes como la Comisión Minera Municipal y las cooperativas.	4.1.1	Elaborar una base de datos de organizaciones mineras establecidas de manera formal o informal (donde se visibilice la participación desagregada por sexo), con las cuales se tenga la posibilidad de instaurar procesos comunicativos y de diálogo.	6 meses	S1. Anuencia a participar de parte de los mineros	Externo	$2.000
	4.1.2	Asegurar representatividad del sector minero (hombre y mujeres) dentro de las comisiones del sector.	6 meses	S1. Anuencia a participar de parte de los mineros	Externo	$2.000
	4.1.3	Fomentar espacios de diálogo y comunicación con el material y equipo necesarios.	6 meses	S1. Anuencia a participar de parte de los mineros	Externo	$2.000
	4.1.4	Elaborar planes de trabajo anuales con estas organizaciones mineras que busquen el diálogo y la divulgación de información en conjunto con el Poder Ejecutivo.	6 meses	S1. Anuencia a participar de parte de los mineros	Externo	$5.000
Estrategia 5: Fortalecer la regulación en salud pública para minimizar la exposición al mercurio						
Objetivo principal	Fortalecer la regulación en salud ambiental para controlar la contaminación y las exposiciones asociadas a la MAPE					
Objetivo específico	Acción		Plazos	Supuestos (S) y Actividades previas (A)	Fuente de financiamiento	Costo
5.1 Gestionar la salud ambiental (SGA) en lugares de trabajo.	5.1.1	Diseñar SGA para reducir contaminación y exposición en los lugares de trabajo.	12 meses	A1. Censo Minero actualizado A2. Registro georreferenciado de todos los lugares de trabajo A3. Estudios de Impacto Ambiental finalizados A4. Capacitación de la población minera A5. Se establecen convenios con universidades S1. Existencia de recursos técnicos y humanos S2. Anuencia por parte de la población minera, sus familias y comunidad S3. Aceptabilidad del personal técnico de instituciones	Externo	$48000 (equipo consultor)
	5.1.2	Diseñar e implementar un programa de capacitación para el uso de EPP.	12 meses		Externo	
	5.1.3	Evaluar la gestión de los lugares de trabajo de la MAPE para reducir contaminación y exposición (extracción y procesamiento) considerando acondicionamiento de planta física y utilización de EPP.	12 meses		Interno	NA
5.2 Diseñar, implementar y evaluar Planes de Seguridad del Agua (PSA).	5.2.1	Diagnosticar la calidad del agua e identificar Puntos Críticos de Control.	12 meses	A1. Registro de proveedores de agua para consumo humano A2. Capacitación del personal de Acueductos y Alcantarillados, Gobierno Local y Ministerio de Salud S1. Existencia de recursos técnicos y humanos S2.Anuencia del personal institucional S3. Aceptabilidad del personal técnico de instituciones	Interno	NA
	5.2.2	Diseñar e implementar PSA.	12 meses		Interno	NA

5.3 Desarrollar la dimensión de salud ambiental como parte del plan regulador y los reglamentos derivados.	5.3.1	Incorporar datos, información y conocimiento sobre contaminación asociada a la MAPE y su control como parte del plan regulador.	18 meses	A1. Plan Regulador aprobado A2. Censo Minero actualizado S1. Existencia de recursos técnicos y humanos S2.Aceptabilidad del personal técnico de instituciones	Interno	NA
	5.3.2	Incorporar criterios de control de la contaminación ambiental asociada a la MAPE como parte de los reglamentos de desarrollo urbano.	12 meses		Interno	NA
5.4 Promover la gestión integral de los residuos sólidos peligrosos de la actividad de MAPE (lanas utilizadas en el proceso, envases de mercurio, sacos utilizados para trasladar materiales, entre otros que sean identificados en el diagnóstico).	5.4.1	Diagnosticar la situación de generación y disposición de residuos sólidos peligrosos asociados a MAPE.	12 meses	A1. Censo Minero actualizado A2. Registro georreferenciado de todos los lugares de trabajo A3. Diagnóstico sobre residuos sólidos peligrosos A4. Se establecen convenios con universidades S1.Existencia de recursos técnicos y humanos S2.Aceptabilidad del personal técnico de instituciones	Interno	NA
	5.4.2	Evaluar la gestión para el control de residuos sólidos peligrosos asociados a MAPE.	12 meses		Interno	NA
5.5 Gestionar un programa de educación en salud ambiental para reducir contaminación y exposición al mercurio y otros contaminantes en la MAPE.	5.5.1	Diseñar un programa de educación en salud ambiental enfocado en los riesgos asociados a la MAPE.	12 meses	S1.Existencia de recursos técnicos y humanos S2. Aceptabilidad del personal técnico de instituciones	Interno	NA
	5.5.2	Gestionar un programa de educación en salud ambiental enfocado en los riesgos asociados a la MAPE.	12 meses		Interno	NA
Estrategia 6:Prevenir la exposición de las poblaciones vulnerables al mercurio mediante un análisis epidemiológico (exposición a mercurio y otros factores de riesgo (FR) a la salud en la MAPE)						
Objetivo principal	Fortalecer el análisis epidemiológico para comprender el proceso contaminación-exposición-vulnerabilidad-susceptibilidad y riesgo asociado a la MAPE, formalicen sus actividades de explotación y procesamiento, de acuerdo con normativa que facilite este proceso.					
Objetivo específico	Acción		Plazos	Supuestos (S) y Actividades previas (A)	Fuente de financiamiento	Costo
6.1 Diagnosticar la exposición a mercurio y otros agentes químicos, biológicos y físicos, así como estimar dosis administradas.	6.1.1	Estimar las dosis de exposición a mercurio según matriz ambiental.	18 meses	A1.Se establecen convenios con universidades A2.Capacitación del personal A3. Censo minero y georreferenciación de lugares de trabajo A4.Existen estudios de impacto ambiental, actualización y puesta en vigencia del plan regulador, diagnóstico sobre residuos sólidos S1.Existencia de recursos técnicos y humanos S2.Anuencia por parte de la población minera y sus familias S3.Aceptabilidad del personal técnico de instituciones	Externo	
	6.1.2	Estimar dosis de exposición a otros agentes de interés.	18 meses		Externo	
	6.1.3	Comunicar resultados del diagnóstico de la exposición ambiental.	18 meses		Externo	

6.2 Diagnosticar la vulnerabilidad social de la población minera, sus familias y comunidades.	6.2.1	Diagnosticar la vulnerabilidad social de la población minera, familias y comunidad en cuanto a condiciones sociodemográficas, condiciones de vida, acceso a recursos y alimentación.	18 meses		Externo	
	6.2.2	Comunicar el informe sobre vulnerabilidad social.	18 meses		Externo	
6.3 Diagnosticar la susceptibilidad de la población minera, sus familias y comunidades.	6.3.1	Diagnosticar la susceptibilidad de la población minera, sus familias y comunidades.	18 meses		Externo	
	6.3.2	Comunicar el informe sobre susceptibilidad.	18 meses		Externo	
6.4 Analizar el riesgo de enfermar atribuible a la exposición a mercurio y otros agentes peligrosos.	6.4.1	Analizar el riesgo de enfermar atribuible a la exposición a mercurio en sitios de trabajo y entorno.	18 meses		Externo	
	6.4.2	Analizar el riesgo de enfermar atribuible a la exposición a otros agentes peligrosos.	18 meses		Externo	
	6.4.3	Comunicar informe sobre riesgo de enfermar atribuible a la exposición a mercurio y a otros agentes peligrosos.	18 meses		Externo	
6.5 Desarrollar estudio de factibilidad y viabilidad de un Sistema de Vigilancia Epidemiológica (SVE) sobre los efectos del mercurio en la salud.	6.5.1	Implementar estudio de factibilidad y viabilidad de un SVE sobre los efectos del mercurio en la salud.	18 meses	S1. Factibilidad y viabilidad de implementar un SVE comprobada por medio de estudio.	Interno	NA
	6.5.2	Diseñar un SVE para riesgos asociados a la exposición al mercurio en MAPE.	18 meses		Interno	
	6.5.3	Implementar SVE para riesgos asociados a la exposición al mercurio.	18 meses		Interno	
	6.5.4	Evaluar preliminarmente el SVE sobre exposición a mercurio y riesgos.	18 meses		Interno	
6.6 Promover el acceso a seguros de salud de toda la población minera y familiares.	6.6.1	Diagnosticar situación de acceso a seguros de salud por parte de la población minera y familiares.	96 meses	A1. Censo Minero actualizado S1. Financiamiento para aseguramiento	Interno	NA
	6.6.2	Promover el acceso a seguros de salud mediante acciones comunicación social.	96 meses		Interno	NA
6.7 Fortalecer la capacidad diagnóstica de la exposición a mercurio y enfermedades asociadas.	6.7.1	Desarrollar un programa de vigilancia biológica en personas mineras y familiares.	96 meses	A1.Capacitación del personal encargado S1.Existencia de recursos técnicos y humanos	Interno	NA
	6.7.2	Brindar seguimiento médico de las personas potencialmente expuestas (personas mineras y familiares) para el diagnóstico temprano de patologías asociadas a la exposición en MAPE.	96 meses		Interno	NA
6.8 Fortalecer el registro de información clínica y sociodemográfica a partir del seguimiento de población minera, familiares y pacientes.	6.8.1	Gestionar un sistema informático para el registro de información clínica y sociodemográfica.	84 meses	A1.Sistema de Información (podría ser EDUS en caso de que la ficha familiar o similar esté implementado) A2. Existencia de recursos técnicos y humanos A3. Capacitación del personal encargado S1.Existencia de recursos técnicos y humanos	Interno	NA
	6.8.2	Capacitar al personal encargado para el registro de información clínica y sociodemográfica.	84 meses		Interno	NA

6.9 Promover la salud y prevenir enfermedades asociadas a la exposición en la MAPE.	6.9.1	Diseñar y gestionar un programa de educación en salud enfocado en la población meta.	12 meses	A1.Capacitación del personal encargado S1.Existencia de recursos técnicos y humanos	Interno	NA
	6.9.2	Gestionar un programa de educación en salud enfocado en la población meta.	84 meses		Interno	NA
Estrategia 7: Proporcionar información a los mineros artesanales y que extraen oro en pequeña escala y las comunidades afectadas						
Objetivo principal	Desarrollar capacidades y los medios para el diálogo, comunicación y capacitación de las personas involucradas en la MAPE					
Objetivo específico	Acción		Plazos	Supuestos (S) y Actividades previas (A)	Fuente de financiamiento	Costo
6.1 Brindar información de referencia para los mineros y sus comunidades.	7.1.1	Elaborar una estrategia de comunicación durante el proceso de formalización, que facilite el diálogo entre los líderes de las cooperativas mineras y las entidades competentes del Estado, con el fin de facilitar el establecimiento de acuerdos y compromisos, así como su cumplimiento.	24 meses	S1. Se dispone de un especialista en comunicación que pueda desarrollar la estrategia y acompañar el proceso de comunicación y acuerdos con los líderes de las cooperativas MAPE.	Externo	$60.000
	7.1.2	Desarrollar guías y manuales de buenas prácticas mineras y ambientales para la MAPE.	6 meses	A1. Identificar el personal técnico idóneo para conformar los equipos encargados de desarrollar estas guías. A2. Existencia de recursos económicos y humanos suficientes a las instituciones involucradas, para conformar equipos profesionales competentes en la materia. A3. Que se divulguen estas guías y manuales dentro del sector MAPE.	Externo	$10.000
Estrategia 8: Incentivar mecanismos de mercado que favorezcan oro extraído con prácticas sostenibles						
Objetivo principal	Brindar el reconocimiento y valor agregado a la MAPE de oro a nivel nacional					
Objetivo específico	Acción		Plazos	Supuestos (S) y Actividades previas (A)	Fuente de financiamiento	Costo
8.1 Promover la búsqueda de alternativas de negocios que permitan a los mineros artesanales de Abangares brindar valor agregado	8.1.1	Promover la búsqueda de alternativas de negocios que permitan a los mineros artesanales de Abangares brindar valor agregado al oro que extraen, como es la separación del oro de la plata y otros minerales, lo que incrementa el precio de venta; así como la elaboración de joyas a nivel local o la generación de encadenamientos productivos con emprendedores o empresas en otras regiones del país.	24 meses	S1. Se cuenta con una lista de emprendedores locales en la MAPE de Abangares que puedan generar valor agregado con el oro y otros minerales que se extraen en la zona. S2. Las entidades competentes del Estado brindan asesoría, asistencia técnica y financiamiento a los emprendedores MAPE, mediante el programa de fondos semilla de banca para el desarrollo, para generación y consolidar emprendimientos. S3. Los fondos semilla disponibles para emprendimientos son de $10.000 por iniciativa.	Externo	$250.000

	8.1.2	Promover la certificación internacional para la diferenciación del oro MAPE de Costa Rica en el mercado internacional.	24 meses	S1. Las cooperativas mineras están formalizadas. S2. Se brinda asistencia técnica a las cooperativas mineras en el proceso de certificación del oro MAPE.	Externo	$50.000
8.2 Reflejar la contribución de la MAPE de oro a la economía nacional	8.2.1	Promover la revisión del sistema de cálculo del valor agregado estimado por el Banco Central de Costa Rica, generado por el sector de minería de oro, incluyendo la minería artesanal en el país, para que refleje de una manera más exhaustiva la contribución del sector a la economía nacional.	24 meses	A1. La entidad competente realiza los estudios para la actualización de la metodología de cálculo del sector minero.	Externo	$50.000

Se estima que serán necesarios $1 792 000,00 (dólares americanos) para los próximos 8 años.

4. Informes técnicos complementarios a la evaluación ambiental

En colaboración con el Laboratorio de Análisis Ambiental de la Universidad Nacional de Costa Rica, se presenta el informe: **Estudio de caracterización de la calidad ambiental relacionada con la minería artesanal en Abangares.** En la elaboración del mismo participaron:Lic. Tomás Soto Murillo Máster Alejandra Gamboa Jiménez M.Sc. José Félix Rojas Marín M.Sc. Víctor Hugo Beita Guerrero.

A continuación, el informe de resultados dado por este Laboratorio.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 114
2. METODOLOGÍA 114
   - 2.1. Análisis de suelos y sedimentos 114
   - 2.2. Análisis de mercurio en aire ambiente 118
   - 2.3. Descripción de los sitios de muestreo 120
   - 2.4. Municipalidad de Abangares 121
   - 2.5. Escuela San Francisco 121
   - 2.6. Clínica C.C.S.S de Abangares 122
3. RESULTADOS 123
   - 3.1. Análisis de sedimento de la pila de colas de las rastras 123
   - 3.2. Análisis de sedimento en ríos 127
   - 3.3. Análisis de suelos 131
   - 3.4. Análisis de mercurio en aire ambiente 134
     - 3.4.1. Sitio de monitoreo en el edificio principal de la Municipalidad de Abangares 134
     - 3.4.2. Sitio de monitoreo Escuela San Francisco 137
     - 3.4.3. Sitio de monitoreo Clínica C.C.S.S de Abangares 139
4. CONCLUSIONES 141
5. RECOMENDACIONES 142
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 143

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de las rastras donde se tomaron muestras de sedimento para el análisis de metales y contenido de humedad. 115

Figura 2. Ubicación de los sitios donde se tomaron muestras de suelo para el análisis de metales 116

Figura 3. Recolección de muestra de suelo para análisis de metales en el cantón de Abangares 117

Figura 4. Ubicación de los sitios donde se tomaron muestras de sedimento en ríos para el análisis de metales. 117

Figura 5. Recolección de muestra de sedimento en ríos para análisis de metales en el cantón de Abangares 118

Figura 6. Analizador automático de MEG 118

Figura 7. Diagrama interno del analizador Tekran 2537X 119

Figura 8. Toma de la muestra en el exterior 119

Figura 9. Ubicación de los puntos de muestreo en aire. 120

Figura 10. Instalación del equipo de muestreo de MEG en la Municipalidad de Abangares 121

Figura 11. Instalación del equipo de muestreo de MEG en la Escuela San Francisco 122

Figura 12. Instalación del equipo de muestreo de MEG en la clínica 122

Figura 13. Comparación de los niveles de concentración de metales en las muestras de sedimento (mg/kg) recolectadas en diez rastras en el cantón de Abangares 124

Figura 14. Comparación de los niveles de concentración de metales (mg/kg) en cada una de las rastras muestreadas en el cantón de Abangares, abril 2022 125

Figura 15. Perfiles de concentración de metales (mg/kg) y humedad (%) en las muestras de sedimento recolectadas en diez rastras en el cantón de Abangares, abril 2022 126

Figura 16. Comparación de los niveles de concentración de metales en sedimento de ríos (mg/kg) en el cantón de Abangares 128

Figura 17. Perfiles de concentración de metales en las muestras de sedimento (mg/kg) de río en el cantón de Abangares 129

Figura 18. Perfiles de concentración de metales en las muestras de sedimento (mg/kg) del Río Abangares, el Río San Juan y Quebrada Sierra en el cantón de Abangares 130

Figura 19. Comparación de los niveles de concentración de metales en sedimento (mg/kg) en los distintos sitios de muestreo de los ríos Abangares, San Juan y Quebrada Sierra, cantón de Abangares 131

Figura 20. Comparación de la concentración de metales en las muestras de suelo en el cantón de Abangares. 132

Figura 1. Ubicación de las rastras donde se tomaron muestras de sedimento para el análisis de metales y contenido de humedad 133

Figura 22. Comparación de los niveles de concentración de metales en muestras de suelo (mg/kg) para lo diez sitios seleccionado en el cantón de Abangares 134

Figura 23. Resumen estadístico de los resultados obtenidos en el edificio municipal 135

Figura 24. Serie de tiempo de las mediciones realizadas en la Municipalidad de Abangares 135

Figura 25. Variación temporal de MEG en el edificio municipal 136

Figura 26. Resumen estadístico de los resultados obtenidos en la escuela 137

Figura 27. Serie de tiempo de las mediciones realizadas en la Escuela San Francisco 138
Figura 28. Variación temporal de MEG en la Escuela San Francisco 138
Figura 29. Resumen estadístico de los resultados obtenidos en la clínica 139
Figura 30. Serie de tiempo de las mediciones realizadas en la clínica 140
Figura 31. Variación temporal de MEG en la clínica 140

LISTA DE CUADROS

Tabla 1. Descripción de las muestras de suelo para el análisis de metales en el cantón de Abangares 116
Tabla 2. Descripción de los sitios de muestreo de mercurio elemental gaseoso en el aire ambiente 120
Tabla 3. Resultados obtenidos en la determinación del contenido de humedad y el análisis de metales en muestras de sedimento de diez sitios (rastras) distintos en el cantón de Abangares 123
Tabla 4. Resultados obtenidos en la determinación de metales en muestras de sedimento en tres afluentes del cantón de Abangares 128
Tabla 5. Resultados obtenidos en la determinación de metales en muestras de suelo en el cantón de Abangares 133

1. INTRODUCCIÓN

La minería artesanal para la extracción de oro es una de las principales actividades que se han desarrollado en al cantón de Abangares a lo largo de los años. A partir de ella se ha gestado el desarrollo social y económico de la zona, permitiendo apaciguar de alguna manera los altos índices de pobreza y desempleo que caracterizan al cantón (Porras, 2022). La explotación se desarrolla principalmente en zonas altas, constituidas por rocas volcánicas con una gran capacidad de acumulación de oro (Porras, 2022). Uno de los principales problemas asociados con esta actividad es el uso de mercurio (Hg) como materia prima durante el proceso de extracción (Castillo, 2006). Está ampliamente documentado que el Hg presenta distintos efectos adversos sobre la salud humana y el ambiente. En 2017 la Organización Mundial de la Salud (OMS) señaló que en la minería artesanal de oro se ha comprobado que las personas trabajadoras presentan altos niveles de mercurio en su organismo, un dato que resulta preocupante teniendo en cuenta que, este elemento así como sus compuestos es sumamente tóxico (Fernández, 2019). Es por esta razón que desde el año 2000 el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), ha llamado la atención sobre la necesidad de cuantificar y comprender los efectos asociados con las presencia de mercurio y sus compuestos derivados en el ambiente y en la salud humana (Fernández, 2019).

En los últimos años, el Gobierno de la República a través del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) ha venido liderando procesos de capacitación y trabajo conjunto con las comunidades de Abangares para eliminar el uso de mercurio en las actividades mineras (Gobierno de Costa Rica, 2022), esto con el fin de evitar afectaciones a la salud de las personas y el ambiente en general. Si bien es cierto, estos procesos de capacitación que cuentan con el apoyo del Ministerio de Salud y la sociedad civil en general son importantes para crear una cultura de responsabilidad y un cambio en torno a los procesos de extracción de oro, es importante seguir monitoreando el estado de situación en el cantón, puesto que desafortunadamente no es una realidad que el uso de mercurio se haya erradicado en las prácticas mineras de la zona, es así como surgió la necesidad de llevar a cabo un nuevo estudio que permitiera conocer los niveles de concentración de mercurio y otros contaminantes en distintos entornos ambientales, específicamente realizando mediciones directas en aire ambinete y tomando muestras de sedimentos en ríos, "rastras" y suelo a lo largo del cantón.

2. METODOLOGÍA

2.1. Análisis de suelos y sedimentos

Las muestras de suelos y sedimentos fueron recolectadas como muestras simples en distintos puntos del cantón, tal y como se muestra en la Figura 1. Los sedimentos tomados en la pila de colas de las rastras, justo después del proceso de extracción, para ello se tomaron dos muestras independientes, una para determinar los niveles del humedad y otra almacenada en un recipiente esterilizado, para el análisis de mercurio y otros metales, específicamente oro (Au), plata (Ag), plomo (Pb), cadmio (Cd) y arsénico (As). Estos análisis también se efectuaron en muestras de suelo y sedimento de río. En total se tomaron diez muestras de

suelo distribuidas en puntos estratégicos a lo largo del cantón (Figura 2, Tabla 1), así como nueve muestras de sedimentos en tres de los principales afluentes del cantón, específicamente en la parte alta, media y baja del (1) Río Abangares, (2) Río San Juan y (3) Quebrada Sierra, tal y como se muestra en la Figura 4.



(a)



(b)

Figura 1. Ubicación de las rastras donde se tomaron muestras de sedimento para el análisis de metales y contenido de humedad. (a) Ubicación de la totalidad de los sitios, (b) Imagen aumentada del área de mayor concentración de los sitios seleccionados.

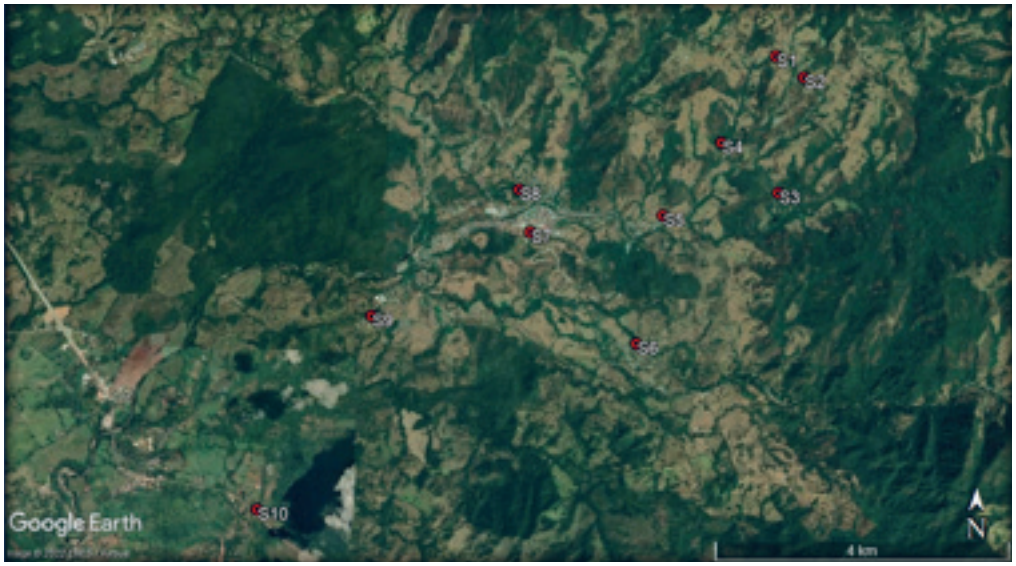


Figura 2. Ubicación de los sitios donde se tomaron muestras de suelo para el análisis de metales.

Tabla 1. Descripción de las muestras de suelo para el análisis de metales en el cantón de Abangares.

Identificación	Descripción del sitio	Coordenadas geográficas
S1	Cerca del tanque de la ASADA Tres Amigos	N 10° 18' 7,41'' O 84° 55' 46,70''
S2	Cerca de la imagen de la Virgen de Atocha	N 10° 17' 58,00'' O 84° 55' 33,76''
S3	La Sierra	N 10° 17' 6,71'' O 84° 55' 41,89''
S4	Parte Norte #3	N 10° 17' 28,93'' O 84° 55' 41,89''
S5	Detrás de la Escuela de San Francisco	N 10° 16' 55,16'' O 84° 56' 34,69''
S6	San Juan Grande (zona de caseríos)	N 10° 15' 55,86'' O 84° 56' 45,54''
S7	Frente a la entrada del Área de Salud de Abangares	N 10° 16' 45,72'' O 84° 57' 36,40''
S8	Barrio San Jorge	N 10° 17' 5,34'' O 84° 57' 42,24''
S9	Salida 1	N 10° 16' 4,92'' O 84° 58' 49,31''
S10	Salida 2	N 10° 14' 34,59'' O 84° 59' 39,79''



Figura 3. Recolección de muestra de suelo para análisis de metales en el cantón de Abangares.



Figura 4. Ubicación de los sitios donde se tomaron muestras de sedimento en ríos para el análisis de metales. AB: Río Abangares (rojo); SJ: Río San Juan (amarillo); QS: Quebrada Sierra (turquesa); PA: parte alta; PM: parte media y PB: parte baja.



Figura 5. Recolección de muestra de sedimento en ríos para análisis de metales en el cantón de Abangares.

La determinación de la concentración de metales se efectuó a partir de un espectrómetro de masas con plasma de acoplamiento inductivo (ICP-MS) y el procedimiento establecido por el Laboratorio de Análisis Ambiental de la Escuela de Ciencias Ambientales, el cual se encuentra acreditado bajo la Norma INTE-ISO/IEC-17025:2017 ante el Ente Costarricense de Acreditación.

2.2. Análisis de mercurio en aire ambiente

Para el muestreo y análisis de mercurio elemental gaseoso (MEG) en aire ambiente se utilizó un muestreador automático marca Tekran, modelo 2537X, mostrado en la Figura 6.



Figura 6. Analizador automático de MEG.

Este equipo cuenta con un sistema de muestreo de doble canal en donde el MEG se concentra durante 5 minutos en un cartucho relleno de un absorbente a base de oro, el cual es posteriormente calentado para desorber el mercurio elemental en forma gaseosa para llevarlo hasta un detector de fluorescencia atómica, a una longitud de onda de 253,7 nm, utilizando gas argón de ultra alta pureza como gas de arrastre. El equipo cuenta con una fuen-

te de permeación de mercurio interna para que este se autocalibre en intervalos de entre 24 a 48 horas. En la Figura 7 se aprecia un diagrama interno del funcionamiento del equipo.

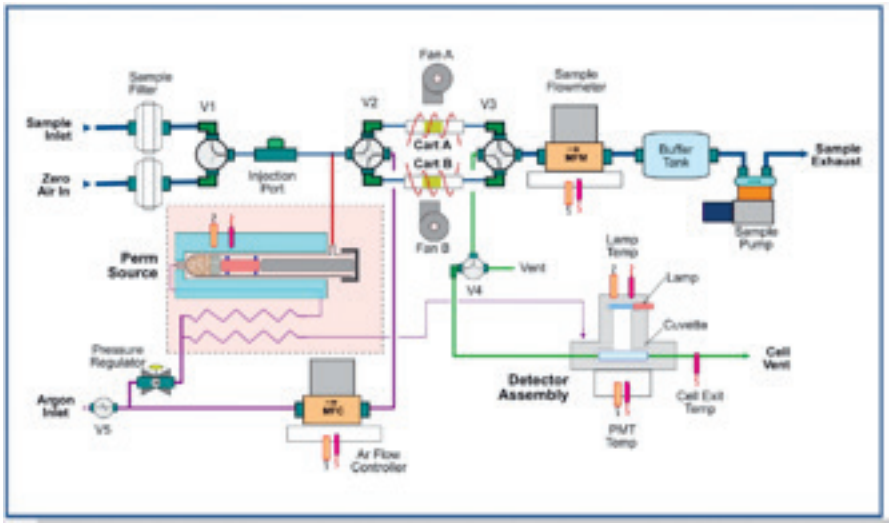


Figura 7. Diagrama interno del analizador Tekran 2537X.

Adicionalmente, el analizador se acopló a un generador de aire cero libre de mercurio con el fin de ajustar la lectura de cero en ambos canales durante los períodos de autocalibración o cuando fuese necesario hacer una limpieza interna del equipo. De forma externa se conectó, al puerto de toma de la muestra, un filtro de humedad y a este una tubería de teflón conectada a un prefiltro de partículas de fibra de cuarzo de 47 mm protegido con un cono para evitar la entrada agua en caso de lluvia. La toma de muestreo siempre se colocó por fuera de la estructura en donde se resguardaba el equipo, a una altura de 1,5 metros por encima del techo. En la Figura 8 se puede apreciar la forma en la que se colocó la toma de la muestra.



Figura 8. Toma de la muestra en el exterior.

2.3. Descripción de los sitios de muestreo

En la Tabla 2 se muestran los sitios en donde se hicieron las tres campañas de monitoreo de MEG en aire ambiente, así como las fechas en las que se realizó la toma y análisis de la muestra.

Tabla 2. Descripción de los sitios de muestreo de mercurio elemental gaseoso en el aire ambiente.

Campaña	Sitio	Inicio	Final	Observaciones
1	Municipalidad de Abangares	18/03/2022	01/04/2022	Se instaló en una oficina del segundo piso.
2	Escuela San Francisco	01/04/2022	21/04/2022	Se colocó en la oficina del director.
3	Clínica de Abangares	21/04/2022	11/05/2022	Ubicado en la caseta de seguridad a la entrada del establecimiento.

En la Figura 9 se puede apreciar la distribución espacial de los tres sitios de muestreo seleccionados para el monitoreo de MEG en aire ambiente.



Figura 9. Ubicación de los puntos de muestreo en aire.

Los tres sitios fueron seleccionados al cumplir principalmente con condiciones de espacio, seguridad, acceso y alimentación eléctrica continua; además de proveer el permiso para colocar el equipo en sus instalaciones.

2.4. Municipalidad de Abangares

El analizador se colocó dentro de una oficina en el segundo piso del edificio municipal y la sonda de muestreo se sacó por una abertura hasta el techo, tal y como se aprecia en la Figura 10.



Figura 10. Instalación del equipo de muestreo de MEG en la Municipalidad de Abangares.

El sitio de muestreo se ubica en el centro de las Juntas de Abangares, en la esquina diagonal noroeste de la Escuela Delia Oviedo de Acuña. Los alrededores del sitio se caracterizan por ser de tipo comercial y residencial, sin embargo la zona es bien conocida por la presencia de actividades de minería artesanal y en pequeña escala (MAPE) en donde se utiliza mercurio como medio de recuperación del oro en el procesamiento del mineral extraído. Por lo que hay interés en conocer el posible impacto en esta zona de mayor densidad poblacional. Es importante mencionar que para el momento en que se realizó este estudio no había información disponible y actualizada de las ubicaciones exactas en donde se realizaba la MAPE.

2.5. Escuela San Francisco

El equipo fue colocado en la oficina del director de la Escuela San Francisco, ubicada a 2 kilómetros al Este del edificio municipal en el Barrio San Francisco en una calle sin salida al pie de una colina. La Figura 11 muestra los detalles de la instalación.



Figura 11. Instalación del equipo de muestreo de MEG en la Escuela San Francisco.

La línea de toma de la muestra se sacó por una ventana hasta el techo del edificio. La escuela está rodeada principalmente de casas en un área poco urbanizada, pero ubicada en un trayecto que conecta áreas con MAPE. De forma similar al caso anterior, es de esperase que en zonas aledañas se de cierto grado de MAPE a pesar de no conocer las ubicaciones exactas de los sitios de procesamiento del mineral. La escuela es un punto de interés al ser los menores de edad una población sensible a la exposición con este metal pesado.

2.6. Clínica C.C.S.S de Abangares

El analizador fue instalado dentro de la caseta de seguridad en la entrada de vehículos a la clínica, la cuál se encuentra aproximadamente a 500 metros al suroeste de la municipalidad, contiguo al Área de Salud del Ministerio de Salud. En la siguiente figura se muestra la forma en la que se instaló el equipo.



Figura 12. Instalación del equipo de muestreo de MEG en la clínica.

La sonda de muestreo se colocó por encima del techo de la caseta de seguridad. La clínica está ubicada en la parte sur de Las Juntas, rodeado de casas y espacios abiertos sin construcción, y con posible actividad de MAPE en las cercanías. La clínica es un centro de atención primaria a la salud con una alta afluencia de personas, muchas de ellas con diversos problemas de salud que las podría volver más sensibles a los efectos de exposición al mercurio.

3. RESULTADOS

3.1. Análisis de sedimento de la pila de colas de las rastras

Como ya se indicó, en el presente estudio se recolectaron un total de 10 muestras de sedimento de las pilas de colas de las rastras a las cuales se les determinó la humedad y se analizó el contenido de mercurio, oro, plata, plomo, cadmio y arsénico. En la Figura 1 se dio a conocer la ubicación de cada uno de los sitios de muestreo, se puede notar que el 80 % de estos se ubicó hacia la parte noreste del cantón, en zonas con mayor elevación, mientras que el restante 20 % se ubicó hacia la parte suroeste, en zonas más bajas.

En la Tabla 3 se muestran los resultados obtenidos para la determinación de humedad y el contenido de metales en muestras de sedimento recolectadas el 21 de abril de 2022 en diez rastras del cantón de Abangares.

Tabla 3. Resultados obtenidos en la determinación del contenido de humedad y el análisis de metales en muestras de sedimento de diez sitios (rastras) distintos en el cantón de Abangares, muestreo efectuado el 21 de abril de 2022.

Análisis	Unidades	Rastra Nº 01	Rastra Nº 02	Rastra Nº 03	Rastra Nº 04	Rastra Nº 05
Plata	mg/kg	96 ± 11	3,47 ± 0,38	9,1 ± 1,0	17,9 ± 2,0	22,8 ± 2,5
Oro	mg/kg	20,7 ± 2,6	1,71 ± 0,22	2,21 ± 0,28	2,42 ± 0,31	4,41 ± 0,56
Mercurio	mg/kg	41,8 ± 7,5	8,4 ± 1,5	25,1 ± 4,5	24,1 ± 4,3	71 ± 13
Plomo	mg/kg	6,31 ± 0,59	31,2 ± 2,9	34,1 ± 1,2	18,1 ± 1,7	121 ± 11
Cadmio	mg/kg	0,449 ± 0,054	1,88 ± 0,22	1,68 ± 0,20	0,122 ± 0,015	0,563 ± 0,067
Arsénico	mg/kg	141 ± 18	264 ± 34	166 ± 21	441 ± 57	1 061 ± 136
Humedad	%	24,17 ± 0,61	24,84 ± 0,61	22,23 ± 0,62	26,74 ± 0,61	27,12 ± 0,62

Análisis	Unidades	Rastra Nº 06	Rastra Nº 07	Rastra Nº 08	Rastra Nº 09	Rastra Nº 10
Plata	mg/kg	4,53 ± 0,50	13,5 ± 1,5	5,05 ± 0,56	32,8 ± 3,6	23,2 ± 2,6
Oro	mg/kg	2,39 ± 0,30	5,54 ± 0,70	1,71 ± 0,22	2,88 ± 0,36	7,64 ± 0,97
Mercurio	mg/kg	17,4 ± 3,1	5,7 ± 1,0	40,9 ± 7,4	131 ± 24	196 ± 35
Plomo	mg/kg	5,95 ± 0,56	101,9 ± 9,5	12,4 ± 1,2	7,34 ± 0,69	3 658 ± 342
Cadmio	mg/kg	0,157 ± 0,019	1,84 ± 0,22	0,460 ± 0,055	0,722 ± 0,087	3,01 ± 0,36
Arsénico	mg/kg	111 ± 14	514 ± 66	183 ± 24	456 ± 59	106 ± 14
Humedad	%	25,92 ± 0,61	19,69 ± 0,61	23,48 ± 0,63	21,23 ± 0,62	4,89 ± 0,63

Un resultado bastante llamativo y que no necesariamente está relacionado con la actividad minera per se, sino más bien con las caracteristicas del suelo de la región, fue que el arsénico presentó los mayores niveles de concentración por kilogramo de sedimento, tal y como se muestra en las Figura 13 y Figura 14, con magnitudes que oscilaron entre los 106 mg/kg y los 1 061 mg/kg de muestra, siendo este último un valor atípico registrado en la rastra N°5, con una concentración muy por encima del valor promedio para el restante 90 % de los sitios (265 mg/kg). Un resultado similar se obtuvo con el plomo, el cual registró concentraciones entre 5,95 mg/kg y 3 658 mg/kg, siendo este último un valor atípico registrado en la muestra de sedimento recolectada en la rastra N°10.

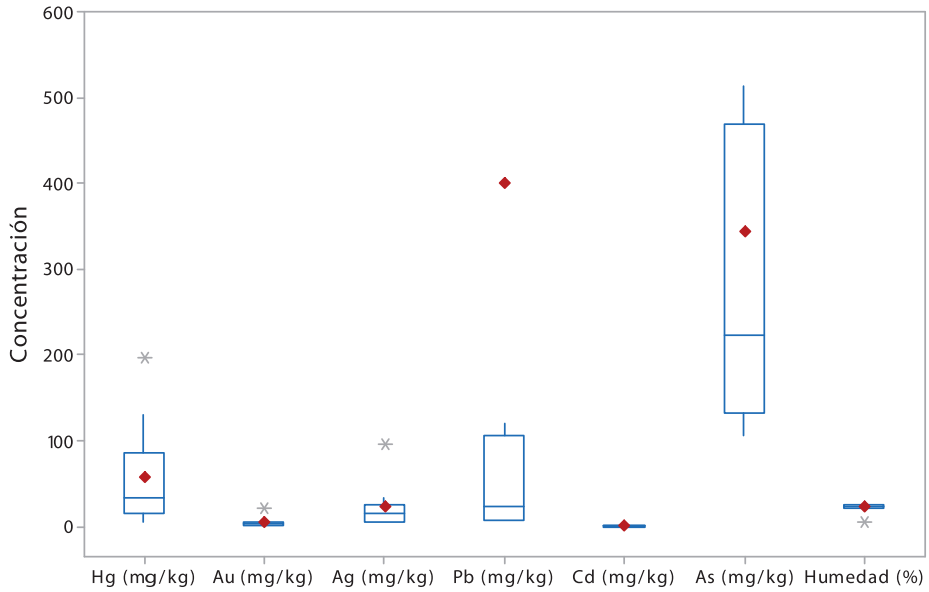
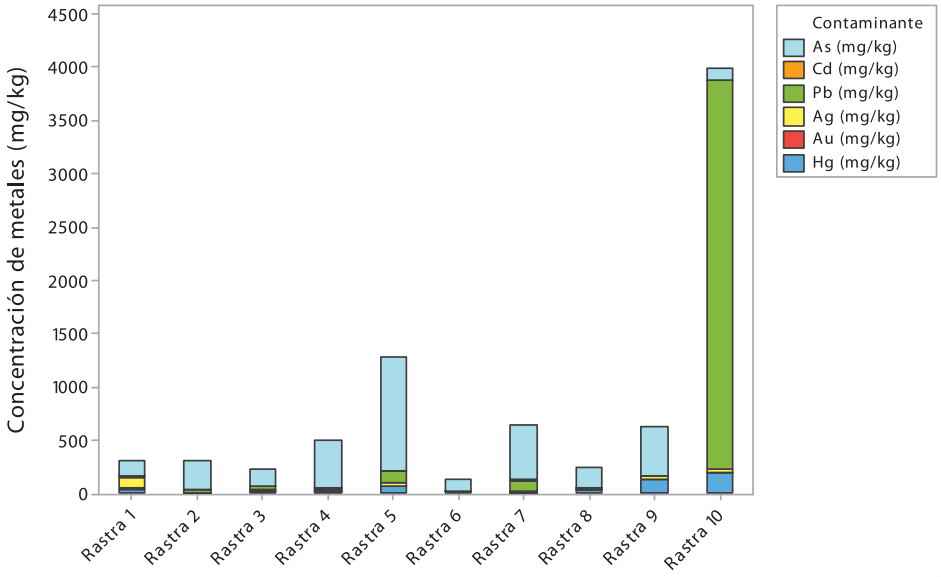
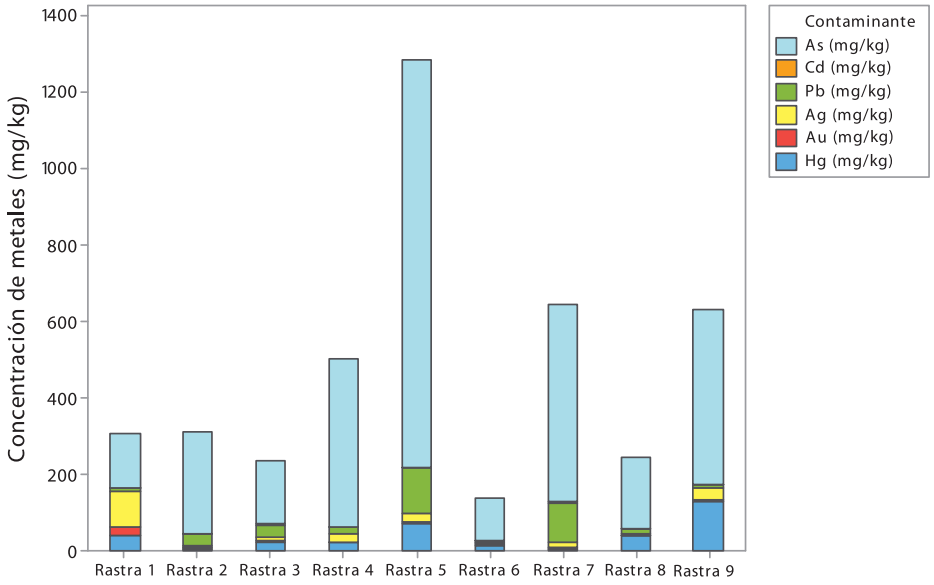


Figura 13. Comparación de los niveles de concentración de metales en las muestras de sedimento (mg/kg) recolectadas en diez rastras en el cantón de Abangares, abril 2022.



(a)



(b)

Figura 14. Comparación de los niveles de concentración de metales (mg/kg) en cada una de las rastras muestreadas en el cantón de Abangares, abril 2022. (a) Perfil de concentración para las diez rastras seleccionadas, (b) Perfil de concentración de las rastras seleccionadas, excluyendo la rasta N°10 que presentó una alta concentración de plomo en el sedimento.

El análisis comparativo de las concentraciones de los metales analizados en las muestras de sedimento de las rastras (Figura 14), muestra que los mayores niveles de concentración se alcanzaron el los sedimentos tomados en las rastras N°5 y N°10.

El mercurio por su parte presentó concentraciones que oscilaron entre los 5,7 mg/kg y los 196 mg/kg, siendo este último también, un valor atípico registrado en la muestra de sedimento recolectada en la rastra N°10. Cabe resaltar que el oro y el cadmio fueron los metales que presentaron los menores niveles de concentración, con valores promedio de 3,4 mg/kg y 1,1 mg/kg respectivamente.

Explicar posibles causas de este comportamiento no forma parte de este estudio, puesto que no se cuenta con la información suficiente como para realizar este tipo de inferencias, esto podría considerar a futuro un estudio de mayor profundidad en donde además se consideren variables específicas relacionadas con los procesos productivos en cada uno de los sitios.

En la Figura 15 se muestra un análisis más detallado de los resultados obtenidos. A través de ella se comparan las concentraciones de los metales (mg/kg) y el contenido de humedad (%) en las muestras de sedimento recolectadas en diez rastras del cantón de Abangares. Se puede notar en la Figura 15 que los mayores niveles de mercurio se registraron en las rastras N°5, N°9 y N°10, con concentraciones que oscilaron entre los 71 mg/kg y los 196 mg/kg.

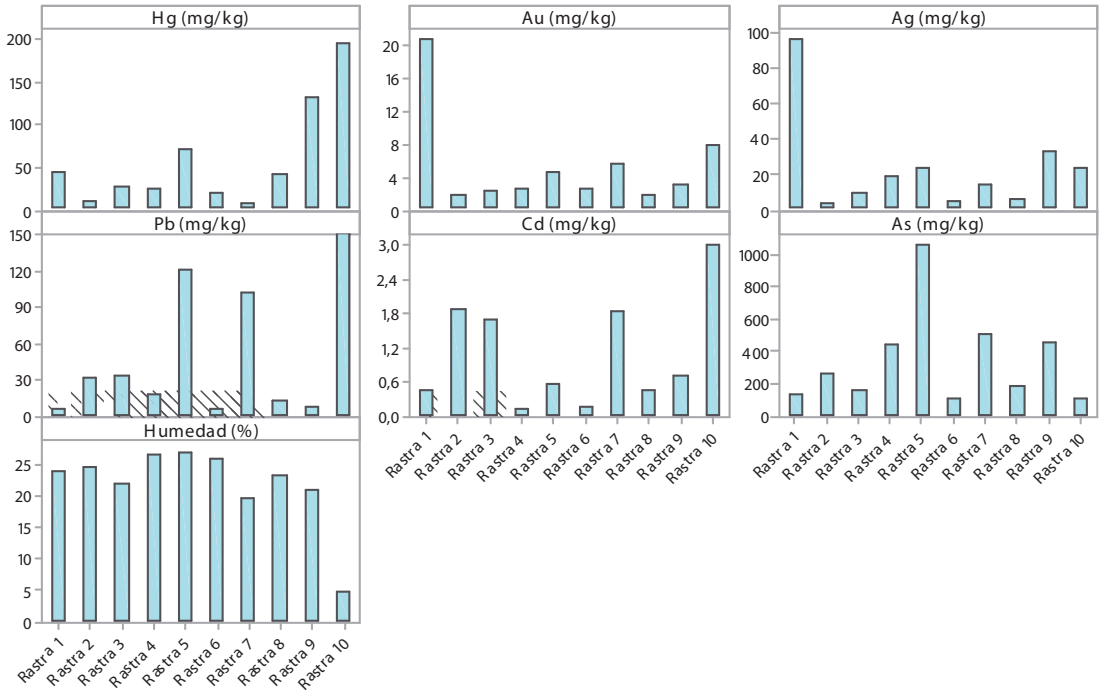


Figura 15. **Perfiles de concentración de metales (mg/kg) y humedad (%) en las muestras de sedimento recolectadas en diez rastras en el cantón de Abangares, abril 2022.**

Asimismo, en la Figura 15 se puede observar que los menores niveles de concentración de mercurio se registraron en las rastras N°2 y N°7, con valores de 8,4 mg/kg y 5,7 mg/kg respectivamente; entre un 85 % y 90 % menor al registrado en el resto de los sitios. Otro resultado llativo que se puede apreciar en la Figura 15 es que, las mayores concentraciones de oro y plata se obtuvieron en el sedimento recolectado en la rastra N°1, con un niveles entre 6 y 7 veces superiores al resto de los sitios para ambos elementos.

En términos generales, se puede inferir de la Figura 15 que, las rastras N°5, N°7, N°9 y N°10 presentaron los mayores niveles de concentración de mercurio, plomo, cadmio y arsénico, un resultado que podría sustentar una ivestigación más detallada en cuento a las características específicas de los procesos llevados a cabo en cada una de ellas, esto si se quiere alcanzar un mayor nivel de comprensión en cuanto a lo que está sucediendo en el proceso de extracción de oro de manera artesanal. Es importante también, tomar en cuenta que las muestras recolectadas son un reflejo de un momento específico bajo las condiciones imperantes al momento de la toma de la muestra, por lo que no se podría aserverar que se trate de un comportamiento sostenido en el tiempo y por ende que puedan haber variaciones positivas o negativas respecto a los valores reportados en este estudio.

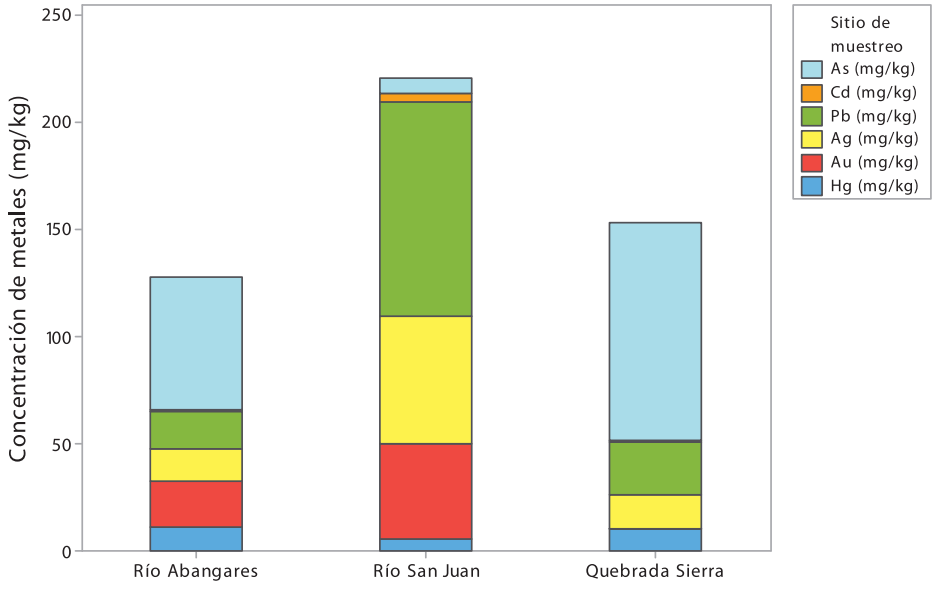
En cuanto al contenido de humedad en el sedimento de las rastras, cabe resaltar que el 90 % de los sitios muestreados presentaron niveles muy similares, ente un 19,69 % y un 27,12 %, con un promedio de 23,94 %. La única muestra que presentó un nivel de humedad significativamente distinto al resto de los sitios, fue la muestra tomada en la rastra N°10, pero esto obedeció a que al día de la visita en donde se tomó la muestra, la rastra tenía una semana sin procesar material, razón por la cual el sedimento se encontró bastante seco.

3.2. Análisis de sedimento en ríos

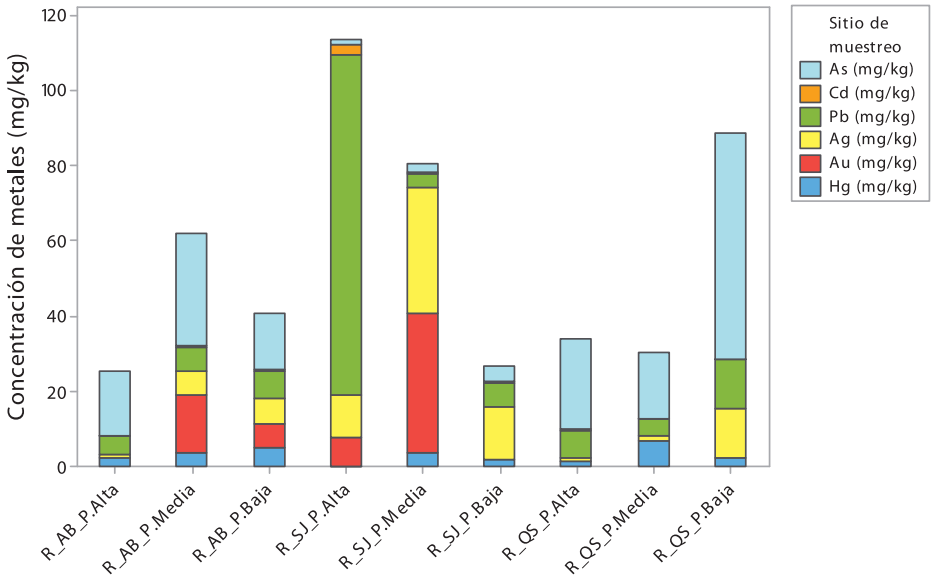
Para este estudio se tomaron muestras de sedimento en la parte alta, media y baja de los ríos Abangares, San Juan y Quebrada Sierra. En la Figura 4 se mostró la distubución espacial de los sitios específicos de muestreo a lo largo del cantón de Abangares. Se puede notar que el 56 % de los sitios seleccionados se encuentra hacia la parte noreste con respecto al centro del cantón, un 22 % hacia la parte sureste y el restante 22 % hacia la parte suroeste, estos últimos hacia las zonas más bajas del cantón.

En la Tabla 4 se dan a conocer los resultados obtenidos para el análisis de sedimentos en las muestras de ríos. Se puede apreciar gráficamente en la Figura 16 que los niveles más bajos de concentración de metales se registraron en los sedimentos del río Abangares, en el cual predominó la presencia de arsénico con niveles que oscilaron entre los (14,7 – 29,9) mg/kg, un comportamiento similar al observado en Quebrada Sierra con valores entre (17,7 – 59,9) mg/kg. Por el contrario, en las muestras tomadas en el río San Juan predominaron los altos niveles de plomo y plata con concentraciones que oscilaron entre los (3,7 – 90,4) mg/kg y (11,2 – 33,5) mg/kg respectivamente.

En torno a los niveles de mercurio, se encontró que la concentración total (sumatoria) en las muestras del río Abangares y las de Quebrada Sierra presentaron una diferencia de tan solo un 4,1 % entre ellas, mientras que el sedimento recolectado en el río San Juan presentó niveles de concentración entre un (44,3 – 46,6) % menor que las dos anteriores.



(a)



(b)

Figura 16. Comparación de los niveles de concentración de metales en sedimento de ríos (mg/kg) en el cantón de Abangares. (a) Sumatoria de la concentración de matales en cada uno de los cuerpos de agua. (b) Detalle de la concentración de matales en cada una de las zonas de muestreo.

Tabla 4. Resultados obtenidos en la determinación de metales en muestras de sedimento en tres afluentes del cantón de Abangares.

Análisis	Unidades	Río Abangares		
		Parte alta	Parte media	Parte baja
Plata	mg/kg	0,762 ± 0,084	6,46 ± 0,71	7,12 ± 0,79
Oro	mg/kg	d	15,5 ± 2,0	6,15 ± 0,78
Mercurio	mg/kg	2,68 ± 0,48	3,69 ± 0,66	5,20 ± 0,94
Plomo	mg/kg	4,69 ± 0,44	6,01 ± 0,56	6,89 ± 0,64
Cadmio	mg/kg	0,157 ± 0,019	0,426 ± 0,051	0,651 ± 0,078
Arsénico	mg/kg	17,2 ± 2,2	29,9 ± 3,8	14,7 ± 1,9

Análisis	Unidades	Río San Juan		
		Parte alta	Parte media	Parte baja
Plata	mg/kg	11,2 ± 1,2	33,5 ± 3,7	14,2 ± 1,6
Oro	mg/kg	7,46 ± 0,94	36,9 ± 4,7	d
Mercurio	mg/kg	0,325 ± 0,059	3,85 ± 0,69	2,00 ± 0,36
Plomo	mg/kg	90,4 ± 8,5	3,70 ± 0,35	6,15 ± 0,57
Cadmio	mg/kg	2,67 ± 0,32	0,543 ± 0,065	0,401 ± 0,048
Arsénico	mg/kg	1,40 ± 0,18	1,95 ± 0,25	4,22 ± 0,54

Análisis	Unidades	Quebrada Sierra		
		Parte alta	Parte media	Parte baja
Plata	mg/kg	0,637 ± 0,070	1,34 ± 0,15	13,3 ± 1,5
Oro	mg/kg	d	d	d
Mercurio	mg/kg	1,80 ± 0,32	6,9 ± 1,2	2,39 ± 0,43
Plomo	mg/kg	7,48 ± 0,70	4,49 ± 0,42	12,8 ± 1,2
Cadmio	mg/kg	0,233 ± 0,028	0,156 ± 0,019	0,098 ± 0,012
Arsénico	mg/kg	24,1 ± 3,1	17,7 ± 2,3	59,9 ± 7,7

d: detectable pero no cuantificable; LC: 0,49 mg/kg.

Un análisis más detallado como el que se muestra en las Figura 17 evidencia que la concentración de metales en los sedimentos de los ríos Abangares, San Juan y Quebrada Sierra mostraron un perfil en donde As > Au > Pb > Ag > Hg > Cd. En la Figura 18 se puede apreciar que no todos los cuerpos de agua presentan el mismo comportamiento, por ejemplo, el río Abangares presentó niveles medios de mercurio, arsénico y cadmio, esto tomando como referencia los tres cuerpos de agua estudiados. El río San Juan en cambio, se caracterizó por tener los niveles más altos de plomo, oro, plata y cadmio, mienstras que Quebrada Sierra se caracterizó por presentar niveles más altos de mercurio y arsénico.

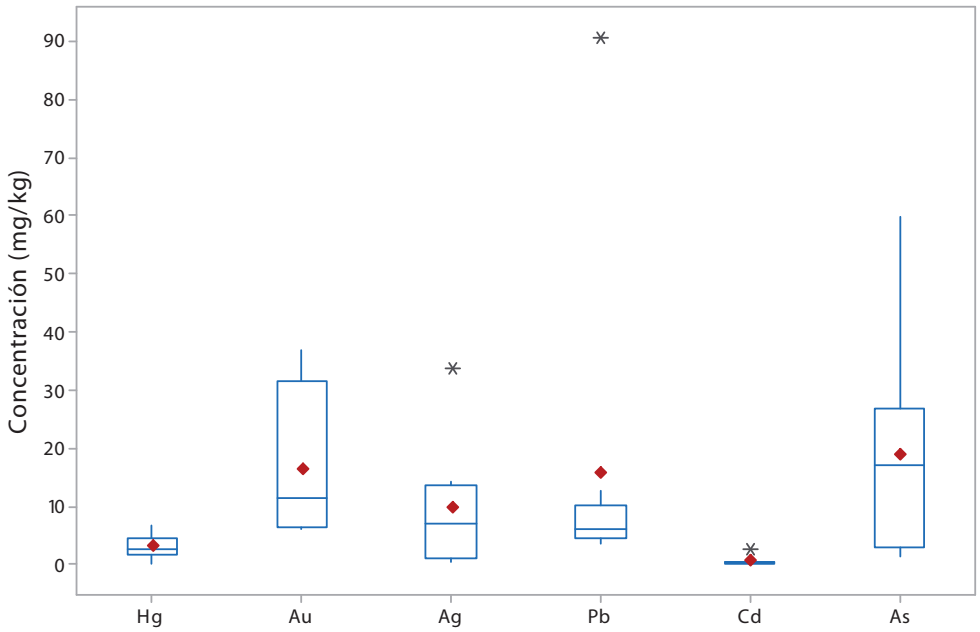


Figura 17. Perfiles de concentración de metales en las muestras de sedimento (mg/kg) de río en el cantón de Abangares.

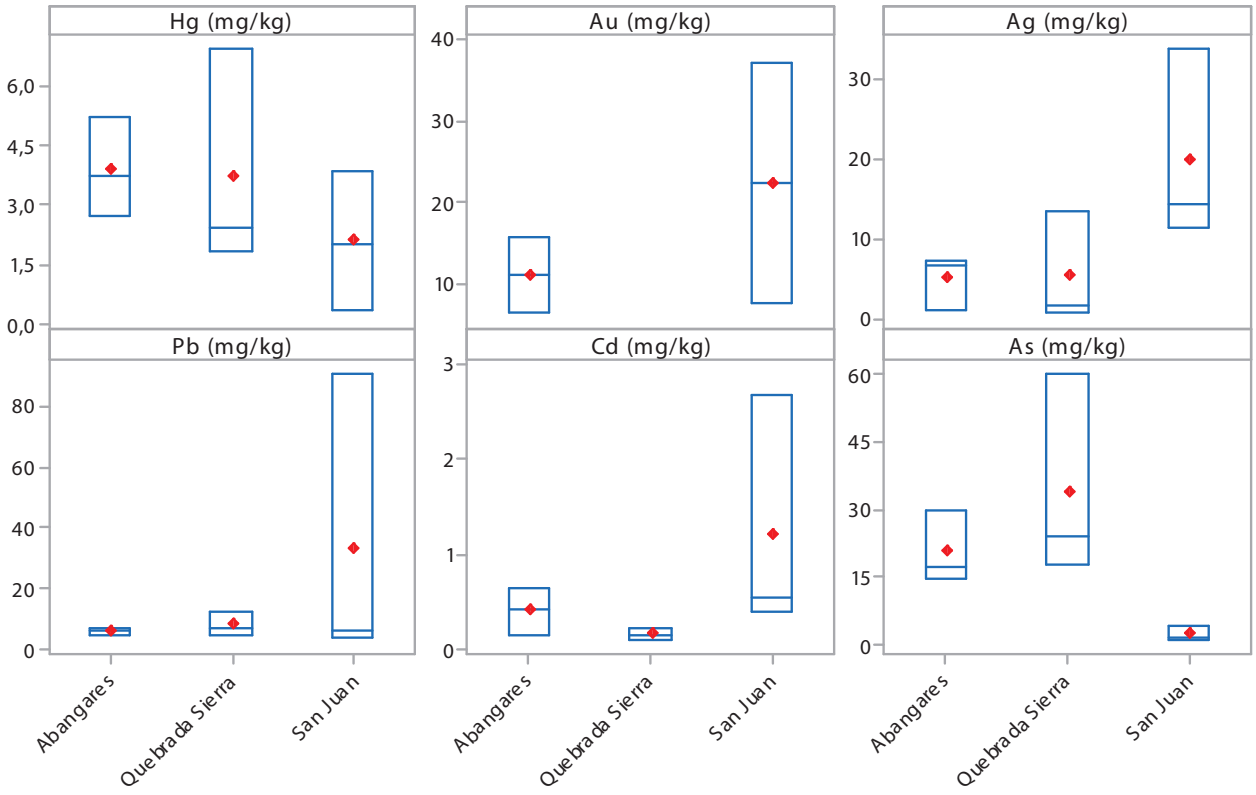


Figura 18. Perfiles de concentración de metales en las muestras de sedimento (mg/kg) del Río Abangares, el Río San Juan y Quebrada Sierra en el cantón de Abangares.

En la Figura 19 se realiza una comparación gráfica aún más detallada de los perfiles de concentración registrados en la parte alta, media y baja de los ríos Abangares, San Juan y Quebrada Sierra. Uno de los resultados más llamativos es que, los niveles de concentración de mercurio, plata, plomo y cadmio, presentan un perfil creciente de concentración desde la zona más alta hasta la zona más baja (baja > media > alta). Estos resultados podrían sugerir de alguna manera que el aumento en los niveles de concentración de metales podría estar relacionado directamente con la actividad minera, sin embargo, esta es una hipótesis que habría que confirmar a través de estudios más detallados.

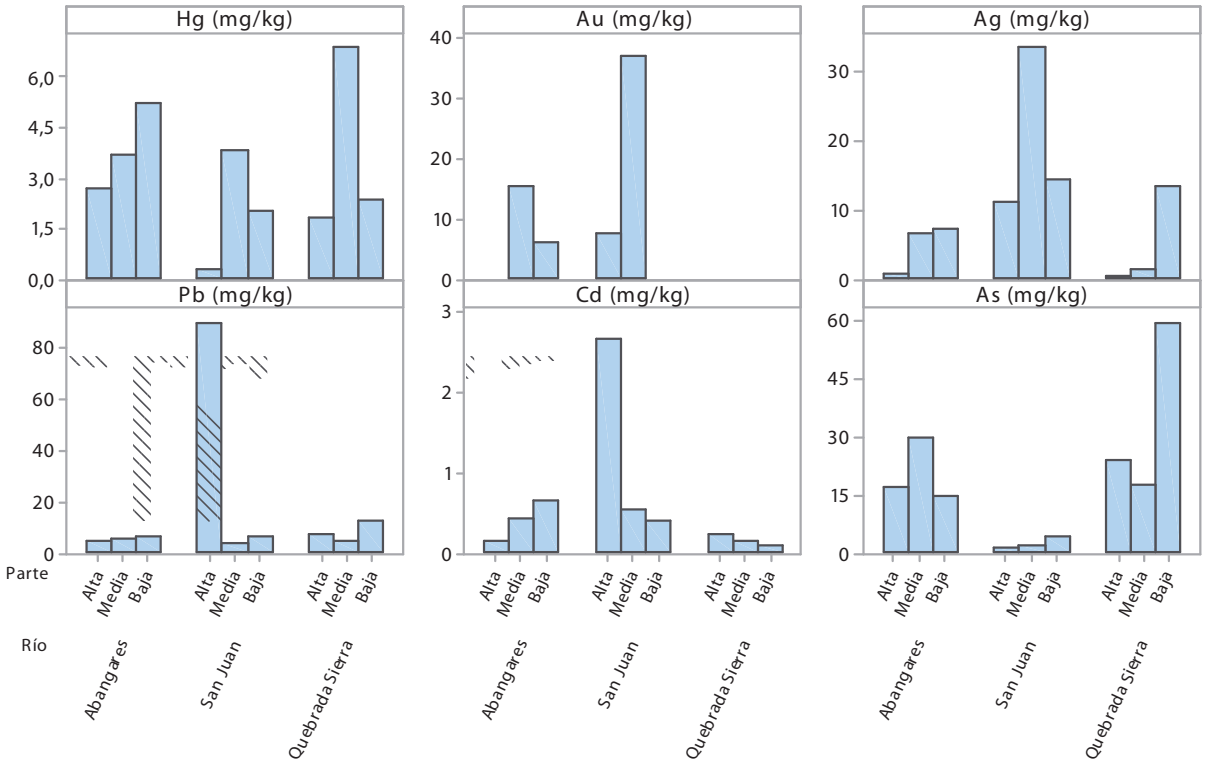


Figura 19. Comparación de los niveles de concentración de metales en sedimento (mg/kg) en los distintos sitios de muestreo de los ríos Abangares, San Juan y Quebrada Sierra, cantón de Abangares.

Es importante notar que los niveles de mercurio en los tres cuerpos de agua presentaron un perfil de concentración en donde el río Abangares > río San Juan > Quebrada Sierra. Este comportamiento parece consistente con el hecho de que las muestras tomadas en el río Abangares podrían contemplar la mayor proporción de la actividad minera del cantón, tal y como se aprecia en la Figura 4, mientras que los puntos asociados con Quebrada Sierra se encuentran muy focalizados en una zona de gran actividad, lo que podría explicar los altos niveles observados a pesar de la menor proporción de terreno abarcada; y los niveles más bajos del río San Juan podrían obedecer a una región con una relativa menor actividad minera (Figura 4).

3.3. Análisis de suelos

Este estudio contempló la recolección de muestras simples de suelo en distintos puntos estratégicos del cantón de Abangares para el análisis de metales. En la Figura 2 se muestra la distribución de los sitios, en donde se puede apreciar que el 50 % de ellos se encontró hacia la parte noreste del cantón, donde se concentra gran parte de la actividad minera, en la zonas más altas, miestras que un 20 % se ubicó en los alrededores de la cabecera del cantón, un 10 % hacia la parte sureste y el restante 20 % hacia la parte suroeste, en la región más baja.

En la Tabla 5 se dan a conocer los resultados obtenidos en el análisis de metales en las diez muestras de suelo recolectadas a lo largo del cantón de Abangares. En la Figura 20 se puede notar que el plomo y el arsénico fueron los metales que presentaron los mayores niveles de

concentración, con valores que oscilaron entre los (0,4 – 61) mg/kg y los (1,6 – 46,8) mg/kg con promedios de 19,7 mg/kg y 12,5 mg/kg respectivamente. De acuerdo con el decreto ejecutivo DE-37757-S "Reglamento sobre valores guía en suelos para la descontaminación de sitios afectados por emergencias ambientales y derrames", los niveles de concentración de plomo encontrados en este estudio, se encuentran muy por debajo del umbral recomendado para suelos de uso residencial el cual es de 300 mg/kg. En esta misma línea de análisis, cabe resaltar que el caso del arsénico sí resultó ser más llamativo dado que en una de las muestras, específicamente en el punto identificado como Barrio San Jorge (S8), se registró una concentración de 46,8 mg/kg el cual supera en un 33,7 % el límite máximo recomendado en el reglamento para suelos agrícolas (35 mg/kg) y se encuentra tan solo un 14,9 % por debajo del umbral establecido para suelos de uso residencial (55 mg/kg) (Gobierno de Costa Rica, 2014).

El mercurio en suelo presentó concentraciones entre (0,61 – 6,1) mg/kg con un valor promedio de 3,4 mg/kg. De acuerdo con (Camargo, Arias, & Muñoz, 2015) esto sería cerca de 8 veces más alto que en suelos no contaminados, pero sería alrededor de un 52 % menor a lo reportado por (Camargo, Arias, & Muñoz, 2015) para suelos contaminados por actividad de minería artesanal en el municipio de Quinchía, Colombia; y representa entre un (1,7 – 16,9) % del valor límite recomendado en el DE-37757-S para suelos de uso residencial, el cual es de 36 mg/kg (Gobierno de Costa Rica, 2014). Por último, el cadmio registrado en la muestra idetificada como La Sierra (S3) presentó una concentración de 13,7 mg/kg, esto significa que fue un 71,2 % superior al límite máximo recomendado en el DE-37757-S, definido en 8 mg/kg (Gobierno de Costa Rica, 2014).

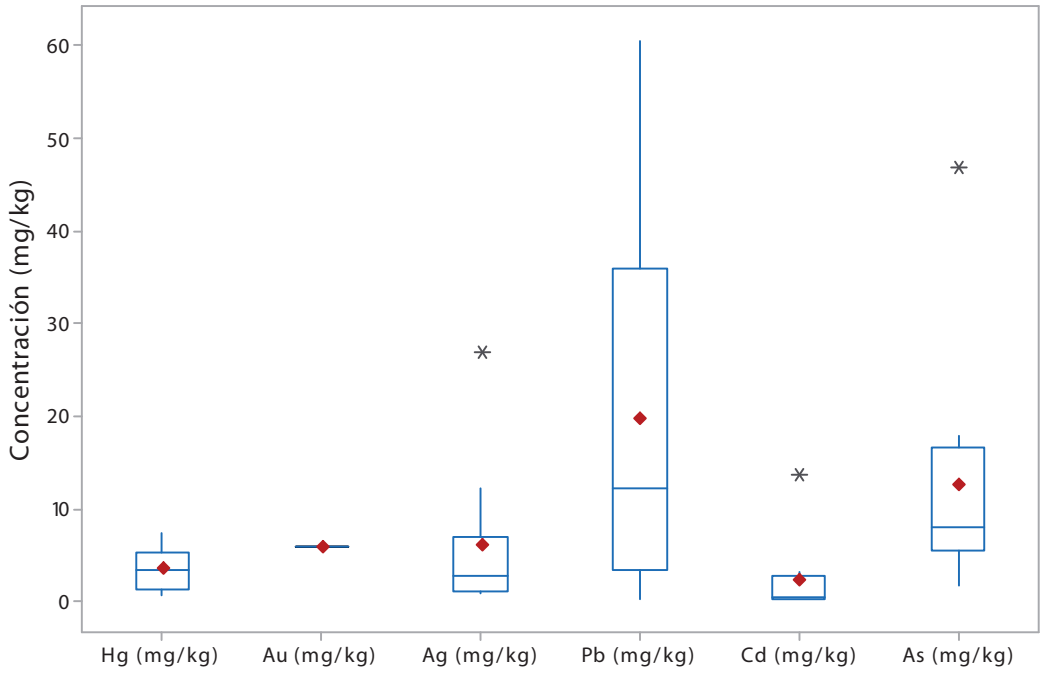


Figura 20. Comparación de la concentración de metales en las muestras de suelo en el cantón de Abangares.

Tabla 5. Resultados obtenidos en la determinación de metales en muestras de suelo en el cantón de Abangares.

Análisis	Unidades	Muestra Nº 01	Muestra Nº 02	Muestra Nº 03	Muestra Nº 04	Muestra Nº 05
Plata	mg/kg	1,00 ± 0,11	1,81 ± 0,20	26,9 ± 3,0	0,94 ± 0,10	1,23 ± 0,14
Oro	mg/kg	d	d	d	d	d
Mercurio	mg/kg	6,1 ± 1,1	4,23 ± 0,76	3,01 ± 0,54	1,72 ± 0,31	0,92 ± 0,17
Plomo	mg/kg	46,9 ± 4,4	23,2 ± 2,1	17,5 ± 1,6	4,51 ± 0,42	6,95 ± 0,65
Cadmio	mg/kg	2,68 ± 0,32	0,657 ± 0,079	13,7 ± 1,6	0,245 ± 0,029	0,342 ± 0,041
Arsénico	mg/kg	8,3 ± 1,1	7,61 ± 0,98	16,2 ± 2,1	17,9 ± 2,3	1,63 ± 0,21

Análisis	Unidades	Muestra Nº 06	Muestra Nº 07	Muestra Nº 08	Muestra Nº 09	Muestra Nº 10
Plata	mg/kg	5,09 ± 0,56	5,21 ± 0,58	12,3 ± 1,4	3,75 ± 0,41	1,39 ± 0,15
Oro	mg/kg	d	d	5,88 ± 0,74	d	d
Mercurio	mg/kg	7,5 ± 1,4	1,48 ± 0,27	0,61 ± 0,11	5,08 ± 0,92	3,66 ± 0,66
Plomo	mg/kg	60,6 ± 5,7	32,4 ± 3,0	4,13 ± 0,39	0,356 ± 0,033	0,853 ± 0,080
Cadmio	mg/kg	3,18 ± 0,38	1,39 ± 0,17	0,345 ± 0,041	0,327 ± 0,039	0,203 ± 0,024
Arsénico	mg/kg	5,36 ± 0,69	9,4 ± 1,2	46,8 ± 6,0	6,81 ± 0,88	5,45 ± 0,70

d: detectable pero no cuantificable; LC: 0,49 mg/kg.

En la Figura 1 se realiza una comparación de los niveles de concentración de metales en las muestras de suelo recolectadas a lo largo del cantón de Abangares. Se puede notar que el perfil de concentración presentó el siguiente comportamiento S6 > S3 > S1 > S8 > S7 > S2 > S4 > S9 > S10 > S5, en donde el 40 % presentó concentraciones superiores a 10 mg/kg y el restante 60 % concentraciones menores a 10 mg/kg.

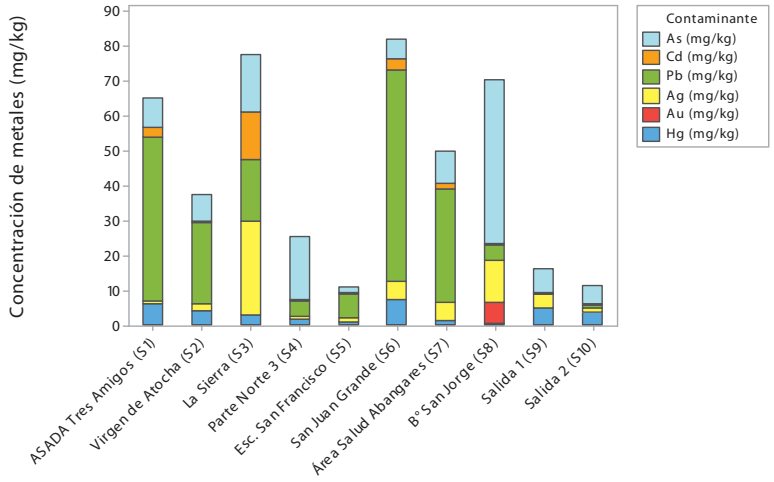


Figura 1. Ubicación de las rastras donde se tomaron muestras de sedimento para el análisis de metales y contenido de humedad. (a) Ubicación de la totalidad de los sitios, (b) Imagen aumentada del área de mayor concentración de los sitios seleccionados.

En la Figura 22 se muestra un perfil más detallado de las concentraciones de los metales en cada uno de los sitios de muestreo. Un resultado interesante es que los perfiles de mercurio y plomo presentaron prácticamente el mismo comportamiento en el 50 % de los sitios (S6 > S1 > S2 > S3 > S4), siendo el punto más alto el identificado como S6 , San Juan Grande.

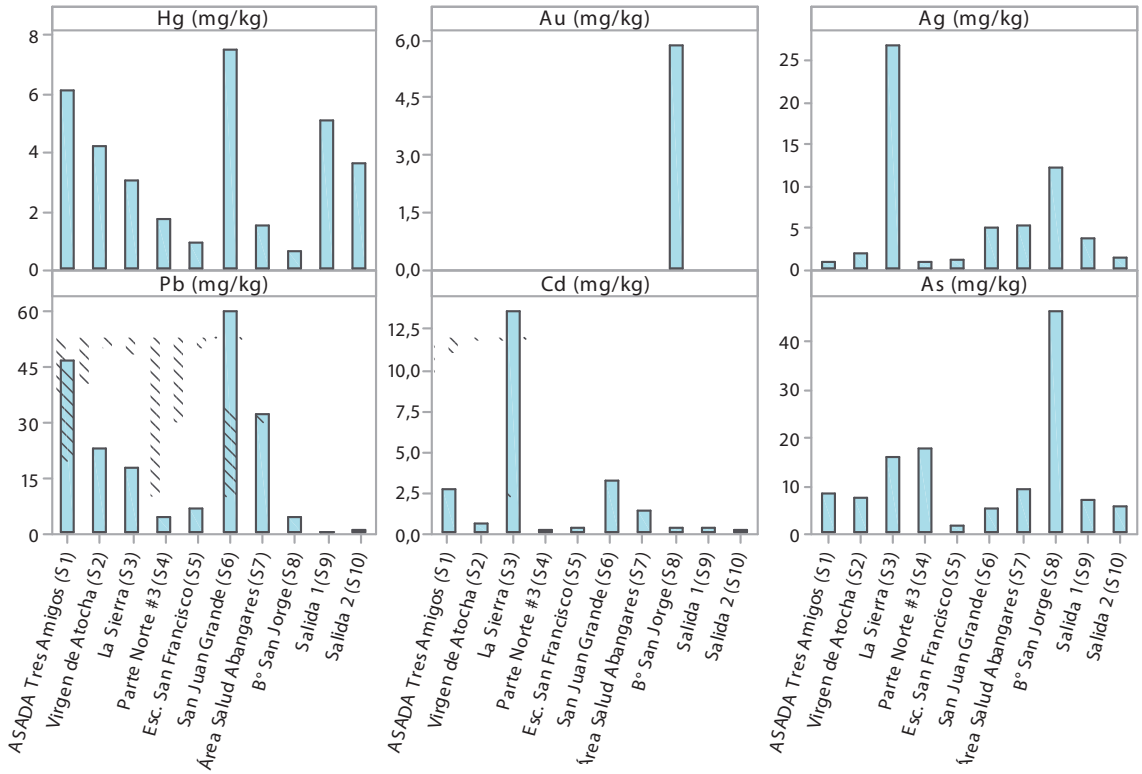


Figura 22. Comparación de los niveles de concentración de metales en muestras de suelo (mg/kg) para lo diez sitios seleccionado en el cantón de Abangares.

En la Figura 22 también se puede notar que únicamente en el sitio identificado como B° San Jorge (S8) se registró una concentración cuantificable de oro de acuerdo con el método de análisis, mientras que en el restante de los sitios se logró detecetar la presencia de dicho metal pero con concentraciones por debajo del límite de cuantificación del método (0,049 mg/kg). Asimismo, este sitio (B° San Jorge), fue donde se registró el mayor nievel de arsénico, con una concentración de 46,8 mg/kg. Por último, en el sitio identificado como La Sierra (S3) fue donde se registraron los mayores niveles de plata y cadmio con concentraciones de 26,9 mg/kg y 13,7 mg/kg.

3.4. Análisis de mercurio en aire ambiente

3.4.1. Sitio de monitoreo en el edificio principal de la Municipalidad de Abangares

En la siguiente figura podemos observar de forma resumida los resultados obtenidos para mercurio elemental gaseoso (MEG) en el aire ambiente cercano al edificio municipal.

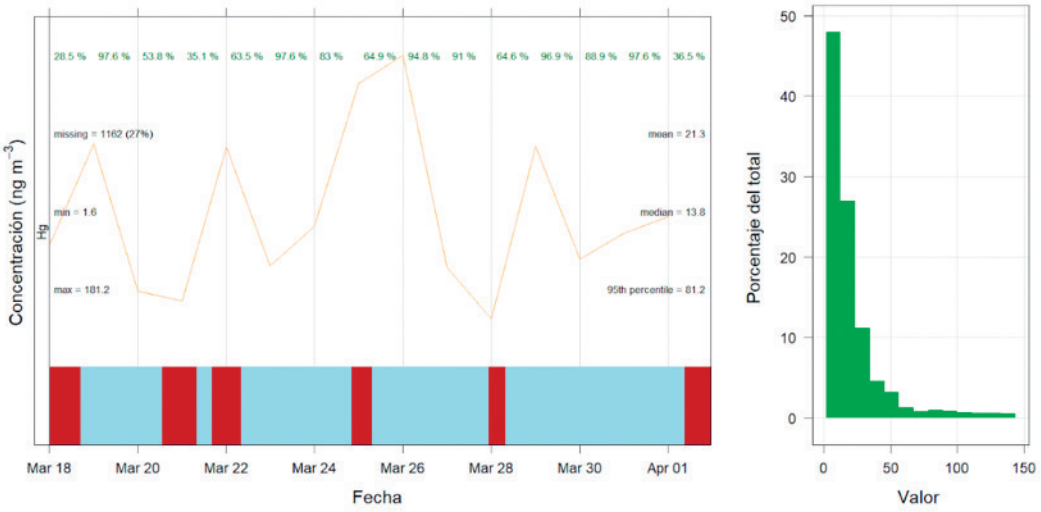


Figura 23. Resumen estadístico de los resultados obtenidos en el edificio municipal.

Durante el período de muestreo en este sitio se dieron interrupciones por fallas en el suministro eléctrico, que, combinado con los tiempos muertos por auto calibración, generaron un faltante de datos del 27 % del total teórico posible. Estos períodos sin información se ven representados como franjas rojas entre las franjas azules de datos válidos. En la parte superior (Figura 23) se puede ver desglosado, por día de muestreo, el porcentaje de datos válidos. El promedio de MEG durante todo el período fue de 21,3 ng/m^3, con valores en el intervalo de 1,6 a 181,2 ng/m^3. En la Figura 24 se puede apreciar la serie de tiempo con todos los datos válidos, así como una curva suavizada que muestra el comportamiento de la media con su respectivo intervalo de confianza del 95%.

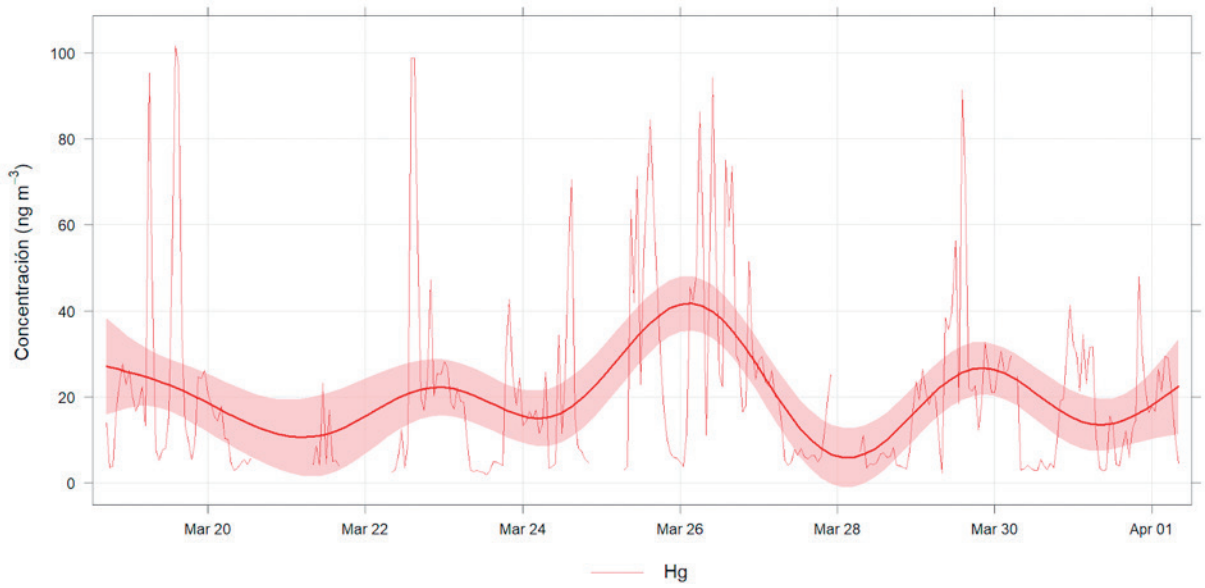


Figura 24. Serie de tiempo de las mediciones realizadas en la Municipalidad de Abangares.

La gráfica anterior mostró una alta variabilidad de los datos entre los distintos días de muestreo, caracterizados por la alternancia entre valores valle y picos relativamente altos. La curva suavizada indicó que el promedio más alto se alcanzó cercano al 26 de marzo del 2022 con un valor poco superior a los 40 ng/m^3. Si consideramos que el promedio de MEG en zonas del hemisferio Norte denominadas como blancos de fondo presentan valores entre 1,5-2,0 ng/m^3 (Byunggwon, 2020; Fu, 2010), los encontrados en este sitio están influenciados por factores claramente externos relacionados a actividades que aportan mercurio al aire ambiente. A modo de comparación, muestreos realizados en áreas muy cercanas a lugares donde se procesan amalgamas de oro-mercurio se han reportado concentraciones de hasta 2 000 000 ng/m^3 (Moody, 2020); estas concentraciones por lo general disminuyen conforme se alejan de la fuente debido al efecto de dispersión en el aire sujeto a las condiciones meteorológicas de la zona.

En la Figura 25 se muestra la variación temporal del MEG por hora del día, día de la semana y horario promedio. Adicionalmente la primera gráfica nos muestra la referencia de fondo de 2 ng/m^3 como una línea punteada. Al observar la variación promedio por día de la semana se encontró que los domingos y lunes fueron los que presentaron concentraciones mucho más bajas comparadas al resto, seguido de lo miércoles. Claramente los domingos las concentraciones disminuyen drásticamente al ser un día de descanso, muy posiblemente también para las actividades que aportan mercurio al aire. Los martes, viernes y sábados representaron los de mayor actividad.

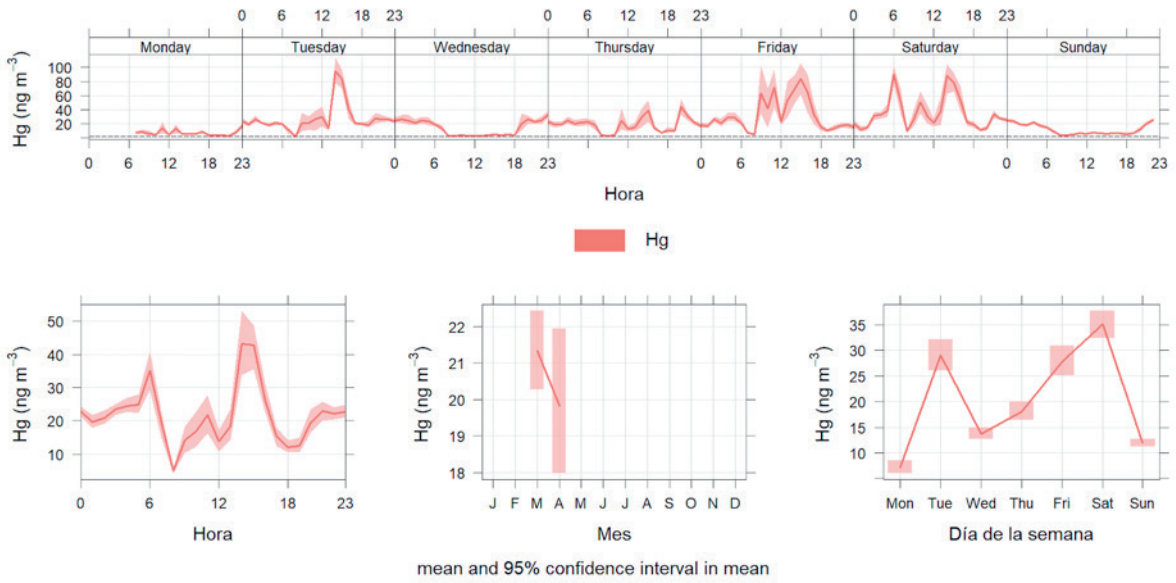


Figura 25. Variación temporal de MEG en el edificio municipal.

Al analizar los valores obtenidos por hora, estos tienden a ser más altos durante el día con una tendencia de aumento de la mañana hacia la tarde, lo cual en parte se puede relacionar a procesos de foto-reducción del mercurio oxidado (Hg_2+ à Hg0), depositado en el suelo y cuerpos de agua, al recibir la luz del sol (McLagan, 2021). Sin embargo, también

debemos considerar que también puede sumarse la contribución incipiente por actividades cercanas generadoras de emisiones de MEG.

3.4.2. Sitio de monitoreo Escuela San Francisco

En la Figura 26 se muestran los resultados generales obtenidos de los niveles de MEG en el aire ambiente cercano a la escuela San Francisco.

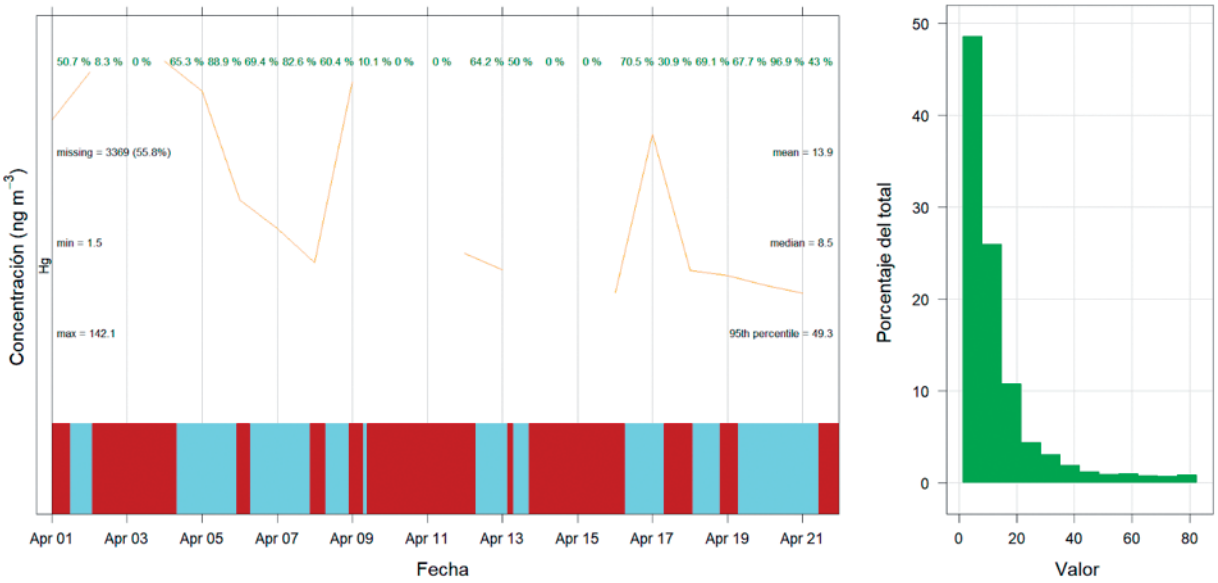


Figura 26. Resumen estadístico de los resultados obtenidos en la escuela.

Este sitio presentó problemas más frecuentes de fluido eléctrico continuo, situación también corroborada con el director del centro educativo. Esto ocasionó períodos más largos sin poder contar con datos válidos, representando un total del 55,8 %. De los valores contabilizados se obtuvo un MEG promedio de 13,9 ng/m^3, en un intervalo de entre 1,5 y 142,1 ng/m^3. Estos valores fueron menores a los obtenidos en el edificio municipal, pero por encima de las concentraciones de fondo lo que también sugiere algún tipo de influencia externa. En la serie de tiempo completa (Figura 27) se observó un comportamiento tendiente a la baja durante el mes de abril; sin embargo, la falta de datos continuos no permitió observar mayores detalles en los datos. El período más largo sin datos recolectados se dio durante la semana Santa, en donde no hubo personal de la escuela que pudiera comunicar el estado del equipo o el faltante de fluido eléctrico.

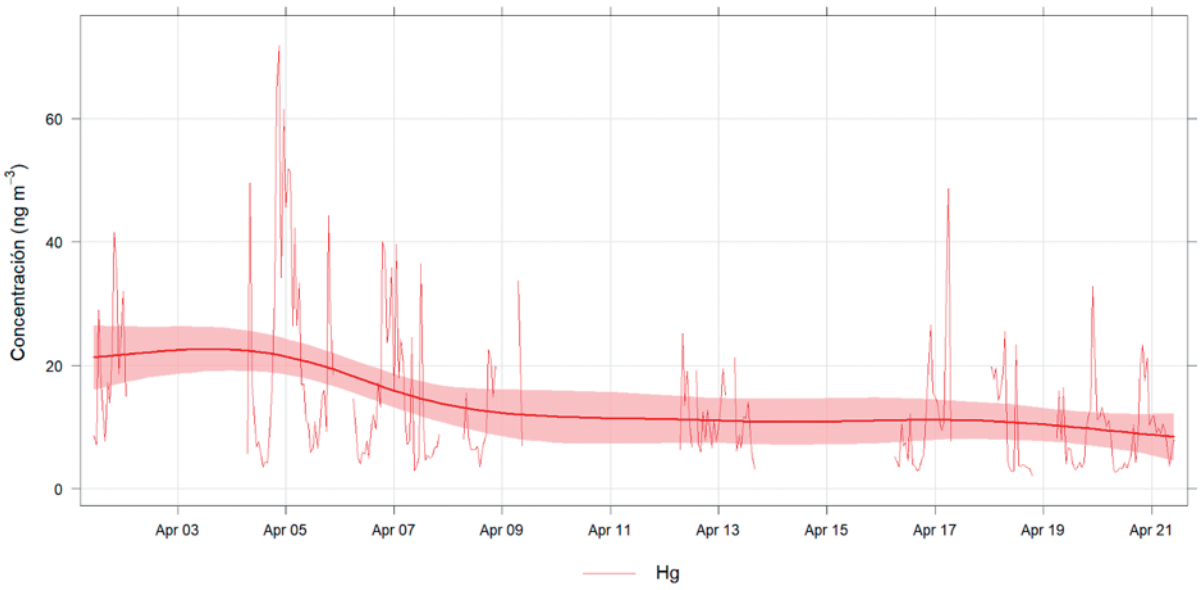


Figura 27. Serie de tiempo de las mediciones realizadas en la Escuela San Francisco.

Al analizar la variación temporal, las concentraciones de MEG (Figura 28) más altas se observaron los días lunes y martes, mientras que los miércoles y jueves fueron los de menores concentraciones. El domingo no se tomó en cuenta al presentar un faltante importante de datos válidos.

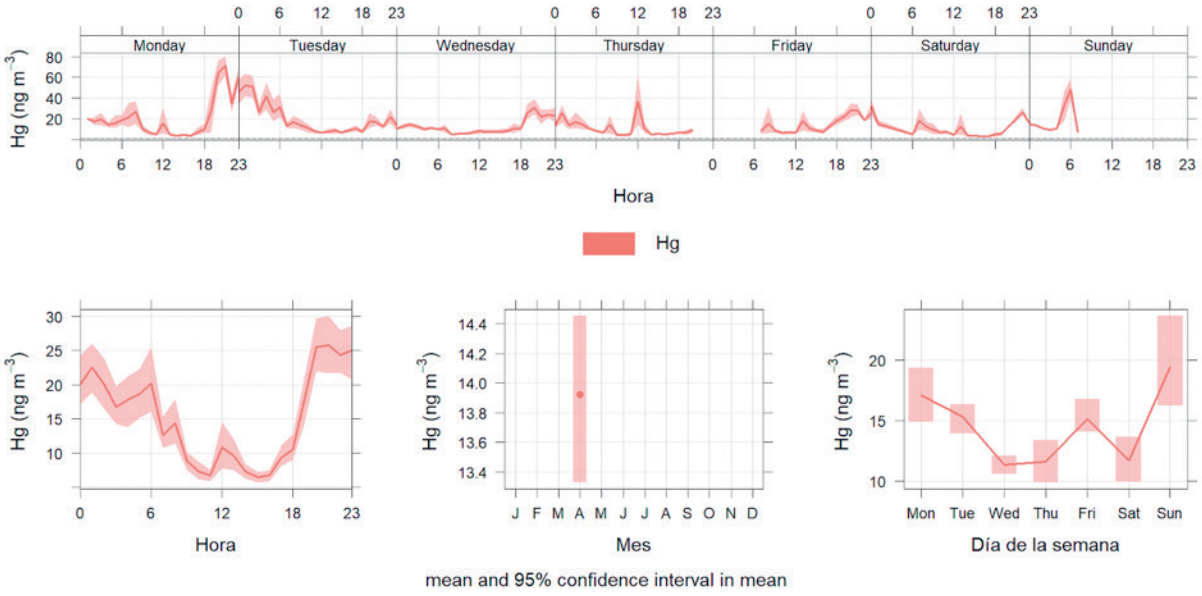


Figura 28. Variación temporal de MEG en la Escuela San Francisco.

En cuanto al comportamiento horario, los niveles más altos de MEG se observaron durante la noche-madrugada, a pesar de esto se observó un pico alrededor del mediodía que puede relacionarse a los procesos de foto reducción al tener terrenos cercanos con suelo descubierto. Se desconoce si en los alrededores de la escuela se dan actividades de procesamiento del mineral; sin embargo, la escuela se ubica muy cerca de una importante calle (Ruta 145) que conecta la zona montañosa, donde hay actividad minera, con las Juntas.

3.4.3. Sitio de monitoreo Clínica C.C.S.S de Abangares

Este fue el sitio con mayor cantidad de datos válidos (Figura 29), solamente se dio un faltante del 8.5 % a pesar de que también se dieron interrupciones en el fluido eléctrico (de acuerdo con el reporte del personal de seguridad), sin embargo, la clínica contaba con planta eléctrica y personal de seguridad estuvo muy pendiente del funcionamiento del equipo.

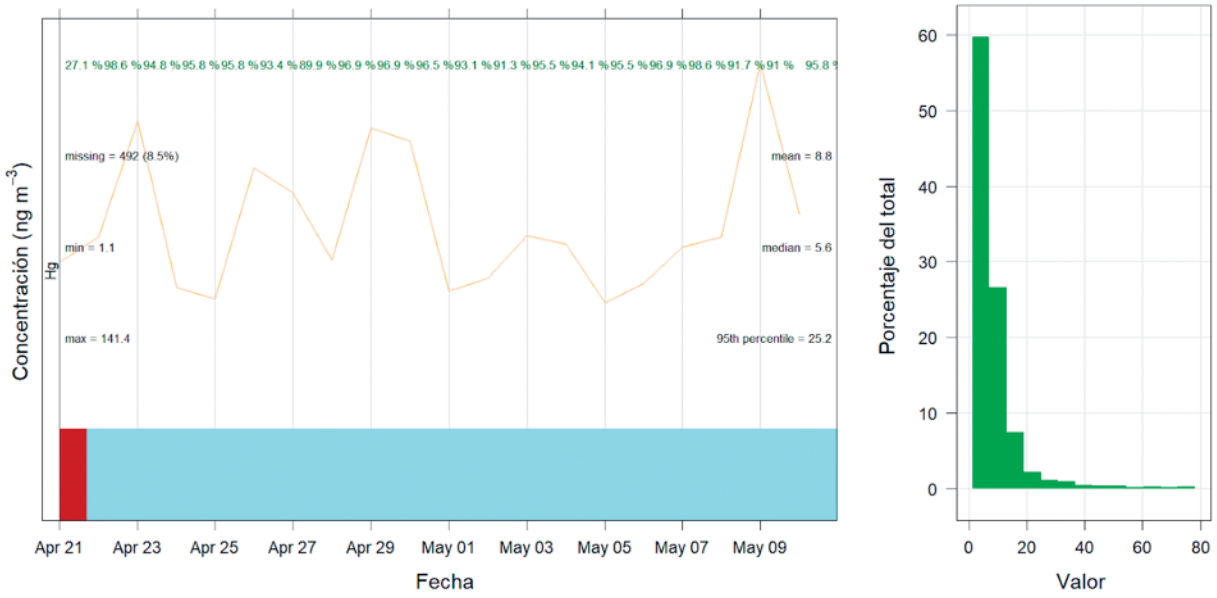


Figura 29. Resumen estadístico de los resultados obtenidos en la clínica

En este punto de monitoreo se presentó el promedio más bajo de MEG de 8,8 ng/m^3, en un intervalo de 1,1 a 141,4 ng/m^3. No obstante, las concentraciones promedio están por encima de los valores de fondo de referencia (2 ng/m^3), lo que sugiere cierto grado de influencia por fuentes de MEG en los alrededores de la clínica (primarias o secundarias).

La serie de tiempo para este sitio, mostrada en la Figura 30, presentó un comportamiento alternante de concentraciones bajas y altas, muy similar al sitio del edificio municipal. Pero la curva suavizada promedio en este caso es más estable con menos cambios abruptos en las concentraciones observadas en el mes de mayo.

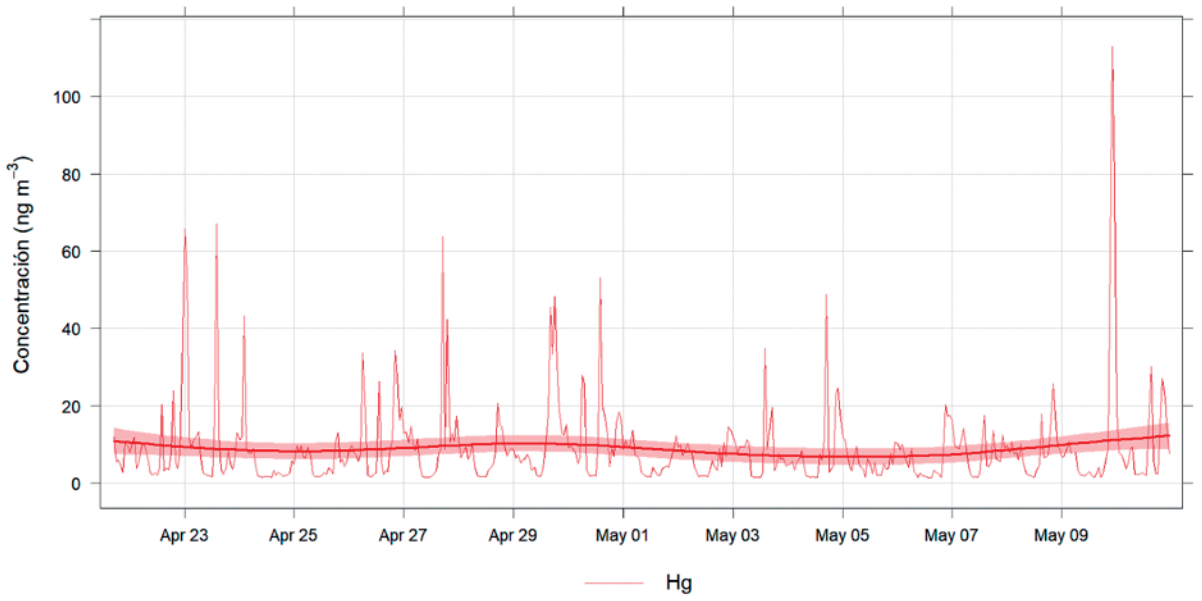


Figura 30. Serie de tiempo de las mediciones realizadas en la clínica.

Finalmente, la variación temporal (Figura 31) encontrada en este sitio señaló el domingo como el día con concentraciones más bajas de MEG mientras que el sábado fue el más alto, lo cual fue similar a lo hallado en el edificio municipal. Esto es de esperarse al estar ambos sitios muy cerca uno del otro, esto sugiere que actividades similares influencian ambos sitios, pero no en la misma magnitud, posiblemente por distintos efectos de dispersión del mercurio en los alrededores desde sus fuentes de origen.

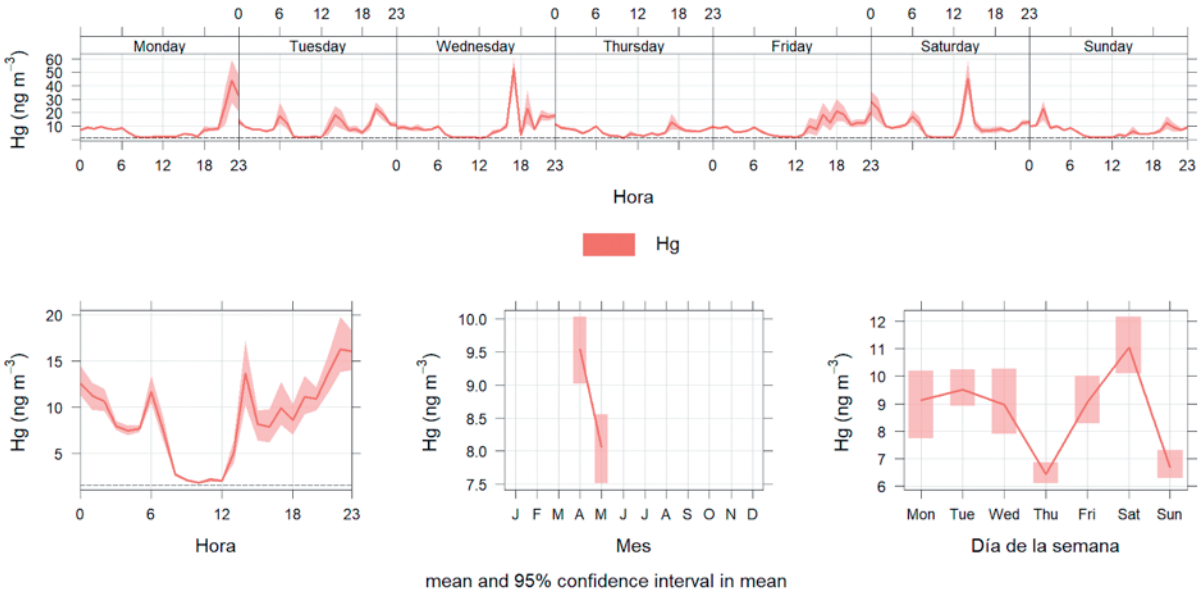


Figura 31. Variación temporal de MEG en la clínica.

En cuanto a las concentraciones horarias el comportamiento fue similar al observado en la Escuela San Francisco, con un aumento en las concentraciones hacia la noche-madrugada. De igual forma, coincidiendo con el resto de los sitios, cercano al mediodía se observó un pico posiblemente asociado a procesos de reemisión del mercurio en las cercanías en donde hay más terrenos descubiertos a diferencia de los alrededores del edifico municipal.

4. CONCLUSIONES

El análisis de metales en los sedimentos de las rastras arrojó que el arsénico es el metal con los mayores niveles de concentración, aún descartando los valores atípicos presentados, alcanzando concentraciones promedio de 265 mg/kg, alrededor de la 4,7 veces más que el segundo elemento en importancia, el mercurio, que alcanzó concentraciones promedio de 56 mg/kg. Así, el orden decreciente en cuanto a la concentración de metales en las muestras de sedimento en la rastras presentó el siguiente perfil As > Hg > Pb > Ag > Au > Cd.

Las humedad registrada en los sedimentos de las rastras mostró una variabilidad de tan solo un 2,5 % entre el 90 % de la muestras, registrando una humedad promedio de 23,9 %. En este estudio no se registró suficente evidencia experimental que sugiera algún tipo de relación, directa o inversa, entre el contenido de humedad y la concentración de metales en el sedimento.

El análisis de los datos mostró que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las concentraciones de metales y tampoco entre el sedimento de las pilas de colas proveniente de las rastras. No obstante, cabe resaltar que la mayor diferencia registrada entre los sitios de muestreo se dio con respecto a la rastra N°10, la cual presentó un nivel de plomo extremo que alcanzó los 3 358 mg/kg. Obviando este valor atípico, las rastras que presentaron mayores diferencias con respecto a los demás sitios de muestreo, fueron la N°7 y la N°9.

Las muestras de sedimento en ríos mostraron que los mayores niveles de concentración de metales estuvieron relacionados con el arsénico y el oro, con valores de 19,01 mg/kg y 16,50 mg/kg respectivamente, dos metales muy caracterísiticos de la región que podrían estar relacionados no solo con la actividad minera como tal, sino con las propiedades del suelo imperantes en la zona.

Las muestras recolectadas en los sedimentos del río Abangares fueron las que presentaron los mayores niveles de concentración de mercurio en comparación con el río San Juan y la Quebrada Sierra. Adicionalmente, las mayores concentraciones se alcanzaron en la parte baja, media y alta, respectivamente. Ambos resultados son consistentes con los esperados, dado que dicho comportamiento podría estar directamente relacionado con la actividad mienera y el uso de mercurio como parte de sus actividades productivas.

El plomo y el arsénico fueron los metales que presentaron una mayor abundancia en las muestras de suelo recolectadas a lo largo del cantón de Abangares, con concentraciones promedio de 19,7 mg/kg y 12,5 mg/kg respectivamente. De acuerdo con (Rojas, 2018), el valor recomendado de plomo para suelos agrícolas es de 70 mg/kg y para suelos residenciales de 140 mg/kg, mientras que para el arsénico es de 12 mg/kg para suelos agrícolas y residen-

ciales, esto quiere decir en ninguno de los caso se estarían sobrepasando los niveles recomendados de acuerdo con Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME), 2014.

Los niveles promedio de MEG en el aire ambiente fueron más altos en el edificio municipal, seguido de la Escuela San Francisco y la clínica.

Las constantes interrupciones del fluido eléctrico en la escuela no permitieron mostrar un comportamiento más claro de las concentraciones de MEG.

Los datos de variación temporal sugieren que el sábado es uno de los días de mayor actividad y el domingo uno de los de menos, lo cual se puede relacionar con alguna actividad generadora de MEG de tipo antropogénico que tome los domingos como descanso.

Las variaciones horarias sugieren una contribución apreciable de los procesos de reemisión del mercurio en los alrededores, lo cual está relacionado a la presencia de zonas abiertas con suelo descubierto.

5. RECOMENDACIONES

Este estudio sin duda constituye un primer acercamiento que brinda un panorama sobre los niveles de concentración de mercurio y otros metales pesados en algunas de las principales matrices involucradas y/o efectadas por la mienería artesanal en el cantón de Abangares. No obstante, es recomendable que para posteriores investigaciones se aumente la cantidad de réplicas de muestra, principalmente a nivel temporal, con el objetivo de mejorar la representatividad de los resultados generados. En este estudio se pudo observar que existe una importante variabilidad que podría estar directamente relacionada con las carácterísitcas propias de los sistemas, o bien, con el nivel de representatividad debido a la cantidad de muestras procesadas para cada uno de los sitios de muestreo.

La alta variabilidad de los resultados podría sugerir de alguna manera que, para futuras investigaciones, no solo se realice una caracterización fisicoquímica de los sistemas, sino que se considere una evaluación de los procesos involucrados en cada uno de los sitios seleccionados, puesto que esta información es de vital importancia para alcanzar una mayor comprensión de lo que podría estar sucediendo en cada uno de los sistemas y en su entorno.

Es importante contar con algún mapeo actualizado de las actividades de extracción y procesamiento del mineral con oro, así como tener meteorología de cada sitio, para poder explicar mejor el comportamiento de las concentraciones de MEG encontradas en el aire ambiente.

Otros estudios podrían dirigirse a estudiar los procesos de reemisión de mercurio del suelo, así como de la vegetación, para comprender mejor el aporte de estas fuentes secundarias.

Se recomienda estudiar las concentraciones de MEG en las cercanías de los centros de procesamiento de extracción del oro (rastras y quema de amalgamas) con el fin de elucidar los efectos de dispersión en los alrededores.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Byunggwon, J. e. (2020). Gaseous Elemental Mercury Concentrations along the Northern Gulf of Mexico Using Passive Air Sampling, with a Comparison to Active Sampling. Atmosphere, vol. 11, no. 10, Oct. 2020, p. 1034, doi:10.3390/atmos11101034.

Caiza, G. (2018). Mercurio en el suelo. Contaminación y remediación. Madrid, España: Facultad de Farmacia Universidad Complutense.

Camargo, A., Arias, J., & Muñoz, D. (2015). Evaluación del contenido de mercurio en suelos y lechos de quebradas en la zona mienra de Miraflores, Quinchía, Colombia. Acta Agronómica, Vol. 64 (165-177).

Castillo, A. (2006). Industria minera y coligallerismo en Abangares, un análisis de la perspectiva histórica. Revista Herencia, Vol. 19 (33-58).

Conejo, J. e. (2021). Mining environmental liabilities: a potential source of metal contamination for freshwater ecosystems in Costa Rica. Revista Geográfica de América Central, 333-356.

Fernández. (2019). Exposición a mercurio de las personas que trabajan en la minería artesanal de oro, Costa Rica, 2015-2016. Revista electrónica semestral Centro Centroamericano de Población Universidad de Costa Rica, Vol. 17.

Fu, X. W. (2010). Atmospheric gaseous elemental mercury (GEM) concentrations and mercury depositions at a high-altitude mountain peak in south China. Atmospheric Chemistry and Physics, 10(5), 2425–2437. https://doi.org/10.5194/acp-10-2425-2010.

Gobierno de Costa Rica. (2014). DE-37757-S Reglamento sobre valores guía en suelos para descontaminación de sitios afectados por emergencias ambientales y derrames. San José, Costa Rica: Diario Oficial La Gaceta.

Gobierno de Costa Rica. (15 de febrero de 2022). Presidencia de la República de Costa Rica. Obtenido de Ministerio de Comunicación: https://www.presidencia.go.cr/comunicados/2022/02/minae-capacita-a-comunidades-de-abangares-sobre-riesgos-que-conlleva-el-uso-del-mercurio/

McLagan, D. S. (2021). Temporal and spatial assessment of gaseous elemental mercury concentrations and emissions at contaminated sites using active and passive measurements. Environmental Research Communications, 3(5), 051004. https://doi.org/10.1088/2515-7620/abfe02.

MINAE. (2021). Análisis socioeconómico. Minería de oro artesanal y sustitución de productos. Anexo A, Parte I. San José, Costa Rica: MINAE.

MINAE. (2021). Mercurio en áreas prioritarias de Costa Rica. San José, Costa Rica: MINAE.

Moody, K. H.-G. (2020). Mercury emissions from Peruvian gold shops: Potential ramifications for Minamata compliance in artisanal and small-scale gold mining communities. Environmental Research, 182, 109042. https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.109042.

Porras. (2022). Riesgos ambientales y de salud por mercurio en Minería Acuífera Artesanal Pequeña Escala, Abangares, Costa Rica. Repositorio Científico, Escuela de Ciencias Exactas y Naturales, UNED, Vol.25 (38-60).

Quirós, N. e. (2022). Contenido de metales pesados en varios ríos de Costa Rica. Tecnología en Marcha, Vol.35 (93-104).

Rojas, J. (2018). Contaminación por metales en aguas, sedimentos y macroinvertebrados bentónicos de los ríos San José y Cañas, generada por las lamas de la antigua mina La Esperanza, Líbano de Tilarán, Guanacaste, Costa Rica. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.

COSTA RICA

MINAE
Ministerio de Ambiente y Energía

Centro Coordinador Convenio Basilea
Centro Regional Convenio de Estocolmo
Para América Latina y el Caribe
URUGUAY

PNUMA

gef