

Reconstrucción Histórica de liberaciones y Emisiones de Mercurio en Costa Rica: un Aporte para el Cumplimiento del Convenio de Minamata

Carlos Enrique Calleja-Amador¹, Ana Victoria Rodríguez Zamora²,
Floria Roa Gutiérrez³, Fabio Araya Carvajal⁴

RESUMEN

La distribución global del mercurio está asociada a diferentes efectos sobre la salud humana y ambiental. Esto condujo a suscribir el Convenio de Minamata y adoptarlo como Ley de la República. Actualmente el país realiza importantes esfuerzos para cumplir el Convenio, especialmente acatando las disposiciones para mitigar las liberaciones al agua y al suelo, y las emisiones a la atmósfera. Sin embargo, diferentes autores sugieren que las acciones de mitigación también deberían complementarse con la identificación de fuentes históricas de mercurio. Es decir, identificar actividades que utilizaron mercurio en el pasado y ya no se realizan, y sitios donde esas actividades pudieron haber causado una acumulación existente todavía en el presente, que podría contribuir con las liberaciones y emisiones. En Costa Rica aún existen vacíos en el registro de ese tipo de datos. Entre esas fuentes históricas potenciales, se podría considerar la minería practicada a finales del siglo XIX en Costa Rica, o el interés en identificar tierras para la extracción de azogue. La identificación de las cantidades de mercurio presentes en esos sitios, o asociadas a esa actividad podría contribuir a ampliar el alcance de las acciones preventivas establecidas en el Convenio. En este trabajo se presenta un análisis retrospectivo que estima las posibles cantidades de mercurio potencialmente acumuladas históricamente en diferentes zonas del país, asociadas a diferentes actividades que se realizaron en el pasado. Se identificaron siete puntos de interés para la extracción de azogue desde la época colonial, y se identificaron la minería aurífera y argéntica como las actividades que más mercurio utilizaron entre 1860 y 1930. Se identificó que entre 1960 y 1992, la iluminación de las vías públicas se convirtió en una nueva fuente potencial de liberaciones de mercurio por el contenido en luminarias públicas. Se estimaron aproximadamente 145 toneladas de mercurio liberados como consecuencia de ambas actividades entre 1860 y 1992, siendo la minería de oro el contribuyente mayoritario.

Palabras clave: mercurio; análisis histórico; reconstrucción histórica; convenio de Minamata; Costa Rica, mitigación.

¹ M.Sc. (Tecnológico de Costa Rica). Escuela de Química. Centro de Investigación y de Servicios Químicos y Microbiológicos CEQIATEC. ORCID: 0009-0002-2238-0561. E-mail: ccalleja@itcr.ac.cr

² Ing. (Tecnológico de Costa Rica). Ingeniería Ambiental. ORCID: 0009-0000-2798-6381. E-mail: avictoria8.r@gmail.com

³ Ph.D. (Tecnológico de Costa Rica). Escuela de Química. ORCID: 0000-0001-5161-0448. E-mail: froa@itcr.ac.cr

⁴ Ph.D. (Tecnológico de Costa Rica). Escuela de Química. ORCID: 0000-0002-3469-0383. E-mail: fdaraya@itcr.ac.cr

Muchos eventos contaminantes han sido identificados, y aceptados, hasta años después de que las actividades a partir de las cuales se originaron fueran comprendidas como dañinas. Su identificación, y la formulación de potenciales soluciones para atenderlos, requieren conocer los antecedentes históricos asociados a las actividades que los provocaron, así como su contexto geográfico. En consecuencia, los problemas ambientales también deberían ser comprendidos en un contexto histórico. Al estudio de las interacciones entre los seres humanos y los ecosistemas a lo largo de diferentes períodos históricos se le conoce como análisis histórico ambiental (Gallini, 2005).⁵

En este trabajo se realizó un análisis retrospectivo de la presencia de mercurio en Costa Rica, desde una perspectiva histórico ambiental. Se condujo una revisión de documentos históricos para identificar el uso y presencia de mercurio, así como las implicaciones que esto pudiera tener en el presente. El análisis se plantea con fundamento en el Convenio de Minamata sobre mercurio, que es un acuerdo internacional que establece medidas para mitigar el impacto ambiental causado por la dispersión global del mercurio. Incluye una reconstrucción de liberaciones y emisiones de mercurio a partir de registros disponibles desde 1821 hasta 1992. En el Convenio de Minamata sobre mercurio se llama *liberaciones* a las cantidades de mercurio incorporadas al agua o al suelo; y se llama *emisiones* a las cantidades que ingresan a la atmósfera. Esta reconstrucción pretende ser un aporte para el análisis histórico acerca de la presencia, uso y dispersión del mercurio en Costa Rica, así como una contribución para la implementación del Convenio de Minamata. El objetivo principal es analizar históricamente la presencia y uso de mercurio en Costa Rica, como herramienta para la implementación del Convenio de Minamata, del cual Costa Rica es signatario. Para ello se identificaron fuentes históricas de usos de mercurio potencialmente significativas en un período de 150 años; y se estimaron las cantidades de mercurio liberadas a partir de la información histórica recuperada para las cuales haya información disponible. El análisis se acompaña de una abundante cantidad de referencias.

⁵ Gallini, S. 2005. "Invitación a la historia ambiental", *Tareas* 120, 5-27.

ANTECEDENTES

El mercurio elemental (Hg^0) es un metal pesado, en estado líquido a temperatura ambiente. Está distribuido en la corteza terrestre como cinabrio (un mineral rojizo cuya composición contiene principalmente sulfuro de mercurio (II), (HgS)). Puede ser liberado al ambiente en forma natural por emisiones volcánicas, y algunas veces por evaporación.⁶ También puede ser emitido por actividades industriales de origen antrópico. Desde el inicio de la Revolución Industrial las emisiones industriales han aumentado, y en la actualidad superan a las naturales.

En Alemania y Francia existieron publicaciones acerca de los efectos tóxicos del mercurio y descripciones clínicas de intoxicación ocupacional desde el siglo XVI.⁷ Sin embargo, no fue sino hasta después del incidente en la Bahía de Minamata, Japón, entre 1932 y 1968, que el mercurio pasó a ser reconocido como un contaminante peligroso, con perspectivas de ser mundialmente controlado.⁸ El mercurio, transformado microbiológicamente a ión monometilmercurio, CH_3Hg^+ , y dimetilmercurio, $(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$, se incorporó a la cadena alimentaria de la fauna marina y luego a las personas. Los pobladores de Minamata, pescadores en su mayoría, sufrieron intoxicaciones y muchos murieron. La contaminación se aceleró porque las diferentes especies de Hg migran fácilmente entre el agua, el suelo y el aire, tanto a nivel local como global. Además, es persistente, muestra bioacumulación y biomagnificación de su concentración.⁹

ESTUDIOS DE ANÁLISIS HISTÓRICO PARA LA RECONSTRUCCIÓN DE INFORMACIÓN AMBIENTAL ACERCA DEL MERCURIO

La principal catástrofe reconocida ocurrió en Minamata a finales de la década de 1950. La principal actividad económica era la pesca. Sin embargo, también había industrias químicas productoras de fertilizantes, carburo y cloruro de vinilo. Se estima que entre 1932 y 1968 se vertieron en la bahía unas 27 toneladas de compuestos de

⁶ López, M. y Martínez, M., "El mercurio: sus fuentes de emisión, usos e impactos". *El mercurio*, 1-167, 2018.

⁷ Faro, L., Barbosa, R., y Pallares, M. (Eds.). "El mercurio como contaminante ambiental y agente neurotóxico". *Servizo de Publicacións da Universidade de Virgo*. 2010.

⁸ *Ibid*

⁹ López, M. y Martínez, M.

mercurio , junto con otros contaminantes.¹⁰ En 1955 se dio una epidemia de casos descrita en los siguientes términos ¹¹:

“... la gente de Minamata empezó a notar síntomas extraños en el entorno: gatos que bailaban, pájaros en vuelo que súbitamente caían a la tierra y, peor aún, comportamientos anómalos en los seres humanos, como discursos sin sentido, movimientos involuntarios, desmayos y hasta ceguera. El pánico se generalizó en Minamata, al no poder identificarse inicialmente el origen del mal”.¹²

En 1959 se demostró que los síntomas eran causados por envenenamiento con metilmercurio proveniente de un efluente de una planta productora de acetaldehído. El metilmercurio descargado en la bahía se incorporó a la cadena alimentaria. La ingesta de mariscos capturados en la bahía fue una de las principales causas de intoxicación.¹³ Sin embargo, hubo muchos obstáculos para que la investigación se realizara oportunamente, provocando una suma considerable de víctimas.¹⁴ Actualmente, se reconoce que hubo más de 3 000 víctimas, y tuvieron que esperar más de 30 años para recibir una indemnización por parte de los responsables.¹⁵ En los siguientes párrafos se describen otros estudios históricos.

En un estudio se utilizó un conjunto de análisis geoquímicos para reconstruir los patrones de deposición atmosférica de mercurio y plomo en el lago Montecortés, España. La reconstrucción abarcó un período de 700 años. El estudio buscó identificar periodos históricos de aumento en las concentraciones de ambos metales. La contaminación por ambos metales pesados en el lago comenzó cerca de 1550. Esa época estuvo caracterizada por el incremento en la explotación de recursos geológicos y un clima frío y húmedo asociado a “la Pequeña era de Hielo”. El entorno favoreció la deposición húmeda del mercurio elemental atmosférico. Los autores identificaron una concentración máxima alrededor de 1940, cuando inició operaciones una de las empresas mineras más grandes a nivel mundial en Almadén, España. También tuvo

¹⁰ Yacuzzi, E. 2008. “Chisso Corporation y la enfermedad de Minamata.” Serie Documentos de Trabajo No. 391. Universidad del CEMA, Buenos Aires, Argentina.

¹¹ *Ibid*

¹² *Ibid*

¹³ Harada, M. 1978. “Congenital Minamata disease: intrauterine methylmercury poisoning.” *Teratology*, 18 (2), 285-288.

¹⁴ Yacuzzi, E.

¹⁵ *Ibid*

lugar la Segunda Guerra Mundial. La guerra provocó un aumento en la extracción de materias primas y explotación de recursos naturales.¹⁶ Este tipo de estudios demuestran que la contaminación por mercurio trasciende épocas y fronteras.

También hay estudios acerca de la concentración de mercurio en sedimentos de ríos y en el hielo de glaciares en un lapso de 400 años. Las muestras fueron tomadas a lo largo de la región del Himalaya y el Tíbet. Los autores encontraron que en las décadas posteriores a la Segunda Guerra Mundial ocurrió una mayor acumulación de mercurio en las laderas al sur del Himalaya, en comparación con las laderas al norte. Parte del trabajo incluyó una reconstrucción cronológica de la deposición atmosférica del mercurio. Concluyeron que la deposición de mercurio elemental fue baja entre 1500 y 1800. Una vez iniciada la Revolución Industrial, continuó aumentando, hasta identificar un aumento “dramático” después de la Segunda Guerra Mundial. Esto significó un aumento del ciclo global del mercurio de 2 a 3 veces con respecto a las tasas naturales como consecuencia de las actividades antrópicas.¹⁷

También se han estudiado las tendencias históricas de la contaminación por mercurio en zonas marinas europeas. Un estudio tomó en cuenta diferentes cadenas alimentarias marinas. Los autores sugieren que la causa principal de la contaminación histórica por mercurio en aguas europeas se origina en emisiones en América del Norte. Esa observación confirmó la preocupación por la dispersión global del mercurio, permitiendo comprender que, además de las fuentes puntuales, los aportes de la deposición atmosférica difusa también son considerables.¹⁸

Además de los hallazgos anteriores, existen registros con relatos de eventos relacionados con la exposición al mercurio. Por ejemplo, hay una descripción de una epidemia por intoxicación con mercurio en Huamanga, Perú, en el siglo XVI. Una enfermedad, denominada Taki Ongoy (“enfermedad del canto” en idioma quechua) fue descrita por varios cronistas como una intoxicación por alcohol, cocaína o hasta

¹⁶ Corella, J., Valero, B., Wang, F., Martínez, A., Cuevas, C. y Saiz, A. 2017. “700 years reconstruction of mercury and lead atmospheric deposition in the Pyrenees (NE Spain)”. *Atmospheric Environment*, 155, 97-107.

¹⁷ Kang, S., Huang, J., Wang, F., Zhang, Q., Zhang, Y., Li, C., Wang, L., Chen, P., Sharma, C., Li, Q., Sillanpää, M., Hou, J., Xu, B. y Guo, J. 2016. “Atmospheric mercury depositional chronology reconstructed from lake sediments and ice core in the Himalayas and Tibetan Plateau.” *Environmental science & technology*, 50(6), 2859-2869.

¹⁸ Fleming, S., Furness, R., y Davies, I. 2000. “Contemporary patterns and historical rates of increase of mercury contamination in different marine food chains.” En *ICES Annual Science Conference, Bruges*.

histeria colectiva, causada por una gripe en 1538. Sin embargo, de escritos que datan de 1564 del autor Luis de Olivera, se ha concluido:¹⁹

“... que el cinabrio ya no seguía el ciclo biológico del mercurio en la biosfera, sino que por la vía respiratoria /...se metían en los cuerpos de los indios y los hacían hablar e de allí tomaron a temblar diciendo que tenían las guacas en el cuerpo.../, refiriéndose a la ataxia (“enfermedad del baile”), disartria (“enfermedad del canto”) y muerte por exposición a los vapores mercuriales resultantes de la metalurgia del mercurio impulsada por los españoles desde 1560 en Parás y 1564 en Huancavelica.”

Con ello se descubrió un lugar potencialmente contaminado con mercurio, que había sido descartado por otros investigadores. Lo descrito en 1564 y los síntomas de la enfermedad de Minamata son semejantes.²⁰

En épocas recientes, se buscó sensibilizar a organismos políticos y administrativos españoles con injerencia en la pediatría, acerca de los efectos nocivos de la exposición al mercurio. El estudio abarcó el período de los 25 años anteriores a su publicación. Tomó como base registros de efectos dañinos de la exposición ambiental en niños.²¹

Después de 1685 hubo un acontecimiento que podría haber provocado una redistribución del mercurio. Cuando se revocó el Tratado de Nantes, muchos “hugonotes” provenientes de Francia migraron a Inglaterra y comenzaron a compartir la técnica para la fabricación de sombreros de fieltro de alta calidad. La técnica consistía en el uso de nitrato de mercurio para la preparación del fieltro para dar rigidez. Los fabricantes de sombreros de copa y sus usuarios sufrieron las consecuencias de esa exposición al mercurio. Se sospecha que de ahí provino el término de “s sombrerero loco”.²²

¹⁹ Santa María, L. 2017. “Taki Onqoy: epidemia de intoxicación por exposición al mercurio en Huamanga del siglo XVI.” *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 34, 337-342.

²⁰ Yacuzzi, E. 2008.

²¹ García, J., Tortajada, J., Andreu, J., Macián, A., Castell, J., Conesa, C., Martín, E., Molina, F. y Ortega, D. 2003. “Hospitales Sostenibles (II). Mercurio: exposición pediátrica. Efectos adversos en la salud humana y medidas preventivas.” *Revista Española de Pediatría*, 59 (3), 274-291.

²² Clarkson, T. W. y Magos, L. 2006. “The Toxicology of Mercury and Its Chemical Compounds.” *Critical Reviews in Toxicology*, 36(8), 609-662.

Históricamente, la contaminación con mercurio ha provocado pérdidas de vidas, intoxicaciones crónicas, y alteraciones en ecosistemas. El Convenio de Minamata sobre Mercurio, aprobado aproximadamente 60 años después de los eventos toxicológicos más severos, busca asociar el evento histórico con los problemas ocasionados por la intoxicación aguda y crónica con mercurio y otros compuestos de mercurio, y también asociarlo con potenciales soluciones para prevenir eventos similares.²³ Para la formulación del Convenio se requirió del análisis retrospectivo de eventos ocurridos en el pasado.

SITUACIÓN EN COSTA RICA

Costa Rica adoptó el Convenio de Minamata sobre Mercurio en 2013. Lo convirtió en Ley de la República No. 9391 el 16 de setiembre de 2016.²⁴ Con ello, se asumió el compromiso de reducir, eliminar y gestionar el mercurio y productos que contienen mercurio, con el fin de mitigar sus efectos ambientales y sanitarios.²⁵

El país cuenta con información limitada acerca de la presencia de mercurio, a pesar de los esfuerzos realizados por las autoridades nacionales. Entre los aspectos más importantes que podrían complementar estos esfuerzos, se encuentra la revisión de información que evidencie el uso de mercurio en el país en diferentes épocas. Por ejemplo, existe amplia evidencia documental de dos ciclos mineros impulsados como política de Estado entre los siglos XIX y XX. En ambos ciclos el Estado costarricense concesionó la explotación minera en favor de empresas privadas, y el método utilizado fue la extracción por amalgamación. De estos dos ciclos existe información acerca de la cantidad de oro extraído por ese método.²⁶ Sin embargo, se desconocen la cantidad, origen, medidas para el trasiego, condiciones de uso y disposición final del mercurio, o bien el reporte de intoxicaciones.

²³ Organización de las Naciones Unidas. "Convenio de Minamata sobre el Mercurio. Textos y Anexos." Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 2019. <http://www.mercuryconvention.org/Portals/11/documents/Booklets/COP3-version/Minamata-Convention-booklet-Sep2019-SP.pdf>

²⁴ Diario Oficial. "Convenio de Minamata sobre Mercurio." Alcance número 226. La Gaceta Digital N° 202 del 21 de octubre de 2016.

²⁵ Fernández, A., Herrera, J., & Sibaja, J. 2017. Perfil nacional de uso de mercurio en Costa Rica a la luz de la entrada en vigor del Convenio de Minamata. *Revista de Ciencias Ambientales*, 51(2), 145-168.

²⁶ Araya Pochet, C. 1976. *La minería en Costa Rica 1821-1843*. Universidad de Costa Rica, Escuela de Historia y Geografía.

En 2014, se publicó el primer perfil nacional de usos de mercurio en Costa Rica utilizando la herramienta del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).²⁷ Su estudio identificó las fuentes antropogénicas existentes entre 2013 y 2016, y evaluó la capacidad del país para gestionarlo. Los autores identificaron entre los grupos de riesgo a los mineros artesanales. La minería artesanal representa el mayor riesgo por el constante contacto con el mercurio y su manipulación sin medidas de seguridad. Sin embargo, ni el impacto ni la cantidad utilizada han sido evaluados para los ciclos mineros.

Otro estudio reveló la existencia de mercurio en establecimientos de salud, especialmente en hospitales y clínicas odontológicas. Se identificaron debilidades en capacitación acerca de los riesgos por exposición y el manejo de los residuos. El estudio concluyó que existe un vacío en la gestión de residuos de mercurio, y hay poca disponibilidad de espacios para el almacenamiento temporal en condiciones seguras. Un producto de ese estudio fue un plan para regular la gestión del mercurio en establecimientos de salud, que condujo a la Organización Salud sin Daño a declarar al Hospital Nacional de Niños de la Caja Costarricense de Seguro Social “Hospital libre de mercurio” en 2009.²⁸

En otros estudios se han determinado e interpretado las concentraciones de mercurio total en pescado y mariscos. Por ejemplo, en uno de ellos se presentaron resultados de concentración total de mercurio en muestras nacionales de pez marlin y pez vela. Las concentraciones variaron entre 0,85 y 1,3 mg de Hg/kg de pescado. El 100% de las muestras contenían mercurio, y el 64% de las muestras superaron el límite toxicológico aceptado por la OMS (Organización Mundial de la Salud) para la ingesta semanal.²⁹ En otro estudio más amplio, se registraron las concentraciones de mercurio total en muestras de pescado y mariscos decomisadas en el período 2003-2013. Los autores usaron esos registros para discutir la necesidad de formular recomendaciones acerca del consumo de productos pesqueros a la población nacional.³⁰ Determinaron

²⁷ Fernández, A., Herrera, J., & Sibaja, J. 2017.

²⁸ *Ibid*

²⁹ Calleja, C. y Ramírez, E. 2014. Interpretación del contenido de mercurio en muestras nacionales de pez vela (*Istiophorus platypterus*) y marlin (*Makaira* spp. o *Tetrapturus* spp.) a partir de parámetros toxicológicos internacionales. *Revista de Ciencias Ambientales*, 47(1), 44-59.

³⁰ Chacón, Y., Yáñez, J., Gómez, H., Marín, G., y Suárez, F. 2016. Evaluación de los Niveles

que el 85% de las muestras de especies depredadoras (tales como el tiburón) no superaron el valor límite de 1 mg de Hg/kg de músculo. El 93% de otros productos pesqueros tenían niveles de mercurio menores a 0,5 mg de Hg/kg de músculo.³¹

Otros estudios nacionales fueron: el desarrollo de un método analítico para medir mercurio total en el pescado a nivel de microgramo por kilogramo ³²; y la determinación de mercurio en 1 497 km de arrecife de coral en la costa caribeña de Costa Rica y Panamá.³³ En este último, los autores encontraron concentraciones de mercurio total promedio de 85,9 ppb en sedimentos marinos en la porción de la zona en estudio perteneciente a Costa Rica. Los autores sugieren que, por la distribución observada, el mercurio podría provenir de distintas fuentes, arrastrado largas distancias.³⁴

Una investigación acerca de la exposición al mercurio en mineros artesanales reportó hallazgos preocupantes. Por ejemplo, al observar las condiciones naturales en las que se realiza la actividad, concluyó que las personas con más experiencia y tiempo de exposición tienden a menospreciar el riesgo para su salud. En consecuencia, instruyen a los más jóvenes con prácticas empíricas descuidadas, sin tener conocimiento acerca de los riesgos asociados al mercurio.³⁵

En el 2017, la Dirección de Gestión de Calidad Ambiental (DIGECA) del Ministerio de Ambiente de Costa Rica, realizó una evaluación inicial para la implementación del Convenio de Minamata.³⁶ La evaluación incluyó una guía para elaborar el análisis preliminar de las condiciones del país, con énfasis en factores técnicos, normativos y económicos. También incluyó la herramienta para elaborar el inventario nacional, y algunos resultados de análisis de mercurio atmosférico en

de Mercurio en Productos Pesqueros en Costa Rica, Durante 2003-2013, como insumo para recomendar una ingesta semanal tolerable. Revista Costarricense de Salud Pública, 25(1), 18-32.

³¹ *Ibid*

³² Calleja, C. y Ramírez, E. 2014.

³³ Guzmán, H. y García, E. 2002. Mercury levels in coral reefs along the Caribbean coast of Central America. Marine Pollution Bulletin, 44(12), 1415-1420.

³⁴ *Ibid*

³⁵ Fernández Villalobos, N. V. 2017. Estudio exploratorio sobre la exposición al mercurio que poseen las personas trabajadoras de la minería artesanal de oro y sus familias, en una cooperativa de Las Juntas de Abangares, Guanacaste, Costa Rica, durante el periodo 2015-2016. Tesis de Licenciatura. Escuela de Tecnologías en Salud, Facultad de Medicina, Universidad de Costa Rica.

³⁶ Dirección de Gestión y Calidad Ambiental. Ministerio de Ambiente y Energía. 2017. Evaluación inicial para la implementación del Convenio de Minamata sobre Mercurio. Recuperado de: http://www.digeca.go.cr/sites/default/files/documentos/1_evaluacion_inicial_para_la_implementacion_del_convenio_de_minamata_sobre_mercurio.pdf

algunos puntos del territorio nacional. En su descripción, DIGECA describe un estado limitado de la situación actual en Costa Rica, especialmente en la disponibilidad de información cuantitativa útil en la toma de decisiones y en la formulación de política pública. El esfuerzo de DIGECA por recopilar información autóctona es una necesidad para la implementación y conducción del Convenio. Por ejemplo, información acerca de sitios con concentraciones potencialmente significativas de mercurio atmosférico, o liberaciones al aire o al suelo.

METODOLOGÍA

REVISIÓN DE FUENTES DOCUMENTALES

Se realizó una búsqueda digital con el motor de búsqueda del Sistema Nacional de Archivos del Archivo Nacional de Costa Rica. Se utilizaron las palabras claves: “mercurio”, “azogue” y “amalgama”.

Los documentos encontrados se dividieron en tres categorías: 1) concesiones para la extracción de mercurio y minería metálica, 2) acuerdos tomados por entes estatales en actividades productivas asociadas al uso del mercurio y 3) compras de materiales con mercurio. Los documentos categorizados se organizaron cronológicamente.

Se buscó información acerca de los períodos documentados como “ciclos mineros”. Se separó la información del primero y segundo ciclo minero, y se utilizó para reconstruir las liberaciones de mercurio de la época expresadas en unidades de masa, junto con otros registros acerca de productos que contienen mercurio.

Se contactó a personal técnico de la sección de Aduanas del Ministerio de Hacienda, para buscar información acerca de importaciones de mercurio en el período en estudio. Sin embargo, tal información es inexistente.

ENTREVISTAS A EXPERTOS

Se realizaron entrevistas de respuesta abierta, semi estructurada a expertos. Se entrevistó a Profesores y expertos en geografía, acerca de la existencia de yacimientos minerales de mercurio y sus usos. Las entrevistas fueron realizadas por medio de video llamada, en apego a las restricciones por la pandemia por COVID-19.

RECONSTRUCCIÓN HISTÓRICA DE LAS LIBERACIONES DE MERCURIO

a. Reconstrucción de la masa de mercurio utilizada en los dos ciclos mineros

De la información documental de los dos ciclos mineros, se extrajeron las cantidades para estimar las liberaciones y emisiones de mercurio. La metodología de cálculo requirió determinar la masa de mercurio reportada para extraer oro y plata por amalgamación. Para ello se utilizó el valor 1,7 kg de mercurio por cada kg de oro o plata extraído.³⁷ A partir de este valor, se plantearon las ecuaciones [1] y [2] para cada ciclo minero, respectivamente. El primer ciclo minero destinó la mayor parte de los metales al cuño de moneda nacional, extrayéndose oro y plata. El segundo busco solamente la extracción de oro para la exportación.³⁸

Para el primer ciclo minero se utilizó la ecuación [1]:

$$\text{Mercurio liberado (kg)} = \left[\frac{\text{Oro (pesos)}}{16 \left(\frac{\text{pesos}}{\text{onza}} \right)} + \frac{\text{Plata (pesos)}}{7 \left(\frac{\text{pesos}}{\text{onza}} \right)} \right] * 0,031103(\text{kg/onza}) * \left(\frac{1,7\text{kgHg}}{\text{kgMetal}} \right)$$

[1]

Para el segundo ciclo minero se utilizó la ecuación [2]:

$$\text{Mercurio liberado (kg)} = \frac{\text{Oro (pesos)}}{16 (\text{pesos/onza})} * 0,031103(\text{kg/onza}) * \left(\frac{1,7\text{kgHg}}{\text{kgMetal}} \right)$$

[2]

Oro (pesos): oro documentado en datos históricos nacionales en pesos en los ciclos mineros

Plata (pesos): plata documentada en datos históricos nacionales en pesos en el primer ciclo minero

16 (pesos/onza): equivalente de la onza de oro publicada al momento de la declaración de Costa Rica como una República Independiente³⁹

0,031103 (kg/onza): valor de la onza de oro y plata en kg

1,7 (kg Hg/kg Metal): kg de mercurio que se libera por cada kg de metal obtenido por la minería⁴⁰

³⁷ Nriagu, J. O. 1994. Mercury pollution from the past mining of gold and silver in the Americas. *Science of the Total Environment*, 149(3), 167-181.

³⁸ Araya Pochet, C. 1976.

³⁹ Vargas, J. 2008. A 160 años de la fundación de la República de Costa Rica: sus primeras monedas de oro (1850-1864). *Revista Herencia*, 21(1), 89-120.

⁴⁰ Nriagu, J. O. 1994.

Reconstrucción de la masa de mercurio potencialmente asociada al alumbrado público

La revisión documental permitió identificar una segunda fuente potencial de mercurio: el alumbrado público. A partir de la información encontrada, se proponen cuatro escenarios diferentes. Cada escenario propuesto permite estimar las cantidades de mercurio provenientes del alumbrado público y del uso de tubos fluorescentes en cantones de la provincia de San José para los cuales se encontró información correspondiente a los años 1966 y 1967.⁴¹

- a. Escenario 1: estimación de la masa de mercurio proveniente de luminarias públicas, a partir de la información encontrada en documentos de compras de lámparas de dos municipalidades.
- b. Escenario 2: estimación de la masa de mercurio por extrapolación de las cantidades encontradas para 1966 y 1967 a toda la provincia de San José. Se consideró el mismo número de lámparas, y la misma tecnología, para todas las municipalidades de San José.
- c. Escenario 3: estimación de la masa de mercurio a lo largo de la década comprendida entre 1965 y 1975, para todos los cantones de la provincia de San José. Se consideró el año anterior al documento encontrado que corresponde a una compra para reemplazar luminarias en funcionamiento.
- d. Escenario 4: estimación de la masa de mercurio para todos los cantones de la provincia de San José desde 1965 hasta 1992 (en 1992 la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, EPA por sus siglas en inglés, ordenó disminuir la masa de mercurio en lámparas de alumbrado público).⁴²

Las cantidades de mercurio obtenidas en cada escenario contemplan la del escenario anterior respectivo.

⁴¹ Archivo Nacional. 1966. Expediente de apelación, licitación número 1-66, Municipalidad de Desamparados: lámparas de mercurio. Provincia de San José. Código y signatura del Archivo: CR-AN-AH-CGR-DEPLIC, 001265).

⁴² Agencia de Protección del Medio Ambiente (EPA). 1997. Mercury Emissions from the disposal of fluorescent lamps: Final Report. Office of Solid Waste U.S Environmental Protection Agency. Recuperado de: <https://archive.epa.gov/epawaste/hazard/web/pdf/merc-rpt.pdf>

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

REVISIÓN DE FUENTES DOCUMENTALES PARA IDENTIFICAR LA PRESENCIA Y USO DE MERCURIO EN COSTA RICA.

HALLAZGOS ACERCA DE LA PRESENCIA DE MERCURIO EN EL SUELO PARA SU EXPLOTACIÓN.

En el Archivo Nacional existen documentos con denuncias de terrenos después de la época colonial, para practicar la minería de azogue (mercurio). El objeto de las denuncias fue su potencial extracción para su uso posterior en la extracción de oro por amalgamación. En la figura 1 se observa la distribución de los terrenos con denuncias para la posible explotación de azogue marcadas en rojo. El número sobre cada marca indica el número de denuncias hechas sobre cada sitio respectivamente. Se observa una aglomeración de denuncias en el Valle Central, especialmente en Cartago. Los documentos encontrados corresponden al período 1876-1908.^{43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51}

Durante la colonia (1575-1824) no se practicó la minería en Costa Rica. Documentos del reino de España describen al país como un sitio de escasos recursos minerales, especialmente de azogue, oro y plata.⁵² Por ejemplo, en 1703 se comunicó al Gobernador y Capitán General de Costa Rica el envío de un barco de azogue.⁵³ En 1811,

⁴³ Archivo Nacional. 1876. Expediente de Donaldo P. Cameron Frazer denunciando una mina de mercurio en Santa Rosa de Candelaria. Provincia de Guanacaste. Código y signatura del Archivo: CR-AN-AH-CSJ-JYA-EXPJUDP, 013640.

⁴⁴ Archivo Nacional. 1899. Expediente de denuncia de una mina de azogue cerca del volcán Irazú, distrito cuarto, cantón segundo de Cartago. Hecho por Teófilo Borbón Muñoz y Teófilo Borbón Fernández. Provincia de Cartago. Código y signatura del Archivo: CR-AN-AH-CSJ-EXPJU, 006164.

⁴⁵ Archivo Nacional. (1900 a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, q). 1900. Expediente de denuncia de una mina de azogue en el distrito tercero, cantón primero de Cartago, hecho por Jorge R. Guier y otros. Provincia de Cartago. Código y signatura del Archivo: CR-AN-AH-CSJ-EXPJU, 006193.

⁴⁶ Archivo Nacional. (1901 a, b, c, d, e, f). 1901. Expediente de denuncia de minas. Federico Jiménez Vargas y José Bonilla Peñaranda y otros denuncian una mina de azogue en La Carpintera de Cartago. Provincia de Cartago. Código y signatura del Archivo: CR-AN-AH-CSJ-EXPJU, 006184.

⁴⁷ Archivo Nacional. (1902 a, b). 1902. Expediente de Juan José Meléndez Zúñiga y otros quienes denuncian las continuaciones de una mina de sinabrio o azogue en Tierra Blanca de Cartago. Provincia de Cartago. Código y signatura del Archivo: CR-AN-AH-CSJ-EXPJU, 006681.

⁴⁸ Archivo Nacional. (1903 a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o). 1903. Hecho por Ramón Espinach Bonilla, Teófilo Borbón Fernández, Enrique y Guillermo Rlguier Freses. Admitido el denuncia. Provincia de San José. Código y signatura del Archivo: CR-AN-AH-CSJ-JCAD-EXPDM, 006390.

⁴⁹ Archivo Nacional. (1904 a, b, c, d, e). 1904. Expediente de Jerónimo Ulloa Jiménez y otros denuncian una mina de oro y mercurio en el lugar llamado Las Caidas a orillas del río Reventado en el Carmen de Cartago. Quienes lo ceden. Provincia de Cartago. Código y signatura del Archivo: CR-AN-AH-CSJ-EXPJU, 006711.

⁵⁰ Archivo Nacional. (1907 a, b, c, d). 1907. Denuncio de una mina de azogue, en la quebrada del Salitral de Santiago, Puriscal. Hecho por Maximino Vargas Paniagua y Francisco Carrillo Gamboa. Inconcluso. Provincia de San José. Código y signatura del Archivo: CR-AN-AH-CSJ-J1CADSJ, 001199.

⁵¹ Archivo Nacional. (1908 a, b, c, d, e, f). 1908. Denuncio de 3 vetas de azogue y una de porcelana, en el Rosario de Desamparados las dos primaveras de azoque y la última en Corralillo de Cartago, y la de porcelana, no se indica su situación. Hecho por Samuel Carlos Phillips y Strongman, Bruno Abarca García y otros. Inconcluso. Provincia de San José. Código y signatura del Archivo: CR-AN-AH-CSJ-J1CADSJ, 001001.

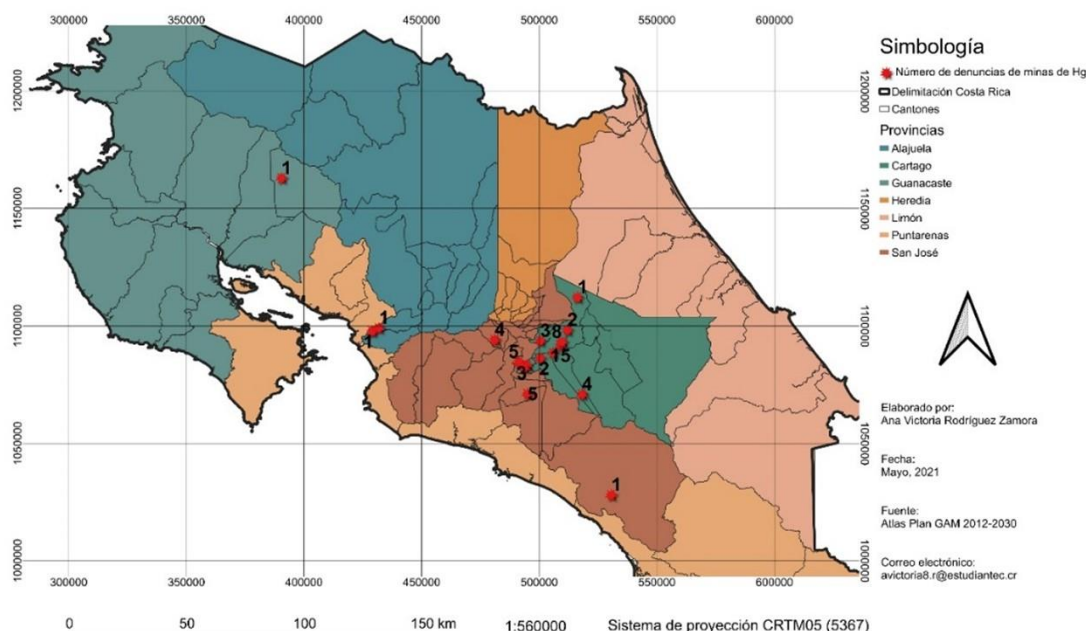
⁵² Kussmaul, S. 2007. Publicaciones de principios del siglo XX sobre las minas de oro en Costa Rica. *Revista Geológica de América Central*, (36), 115-123.

⁵³ Archivo Nacional. 1703. Despacho fecho en Madrid y dirigido al Gobernador y Capitán General de Costa Rica. Acompaña el índice de cinco despachos que se le envían en un navío de azogues, a cargo del Almirante Francisco Garrote. Código y signatura del Archivo: CR-AN-AH-CA, 000118.

en una *Real Cédula* del 29 de marzo, el Cabildo del país conoció acerca de la “*absoluta libertad de derechos*” sobre las minas de azogue que se encontraran.⁵⁴

Existen análisis acerca del contexto mineral en Costa Rica. Por ejemplo, en un trabajo se describe la minería de distintos elementos en el país, tales como: oro, plata, cobre, tungsteno, magnesio, níquel, hierro, mercurio, carbón, caolín de primera calidad, alúmina y ocre. Entre las conclusiones planteadas, se señala una baja mineralización y la calidad de las arcillas es “bastante mala”.⁵⁵

Figura 1. Ubicación y cantidad de denuncias de minas de azogue en Costa Rica, entre los años 1876 - 1908.



períodos de explotación. Además, por los datos que se mencionan acerca de la minería, se podría sospechar que esos intentos de explotación de mercurio fueron infructuosos.⁵⁶

HALLAZGOS ACERCA DEL USO DE MERCURIO PARA LA EXTRACCIÓN AURÍFERA POR AMALGAMACIÓN.

La extracción de oro por amalgamación se desarrolló en dos períodos: desde 1821 hasta 1848; y desde 1890 hasta 1930. Históricamente, ambos períodos son conocidos como los dos “ciclos mineros” de Costa Rica.⁵⁷ A continuación, se describen los hallazgos para cada uno.

a) Primer ciclo minero (1821 – 1848)

Se caracterizó por la poca experiencia nacional en minería, y una “fiebre del oro” por la novedad que representaba. En el cuadro 1 se mencionan las principales minas de oro en el país hacia 1892. Esa época se caracterizó por la ausencia de controles sobre la extracción, el desconocimiento del estado acerca del potencial real, y la baja productividad de las minas. La minería de los diferentes metales se hacía por amalgamación.⁵⁸

En el primer ciclo minero, solamente se conocía con certeza el mineral extraíble de cuatro minas, de las cuales solamente una estaba activa.⁵⁹ No obstante, la minería de oro iniciada en 1821 llegó a ser el principal recurso generador de riqueza, y no la agricultura.⁶⁰ El descubrimiento de oro en Costa Rica ocurrió en 1815 cerca de los Montes del Aguacate. A partir de ese momento, Costa Rica restableció relaciones comerciales internacionales que existieron durante los años anteriores en la colonia.⁶¹ El minero se posicionó como un elemento clave en la producción, se estimuló la monetización de la economía, y se autorizó el cuño de monedas de oro a partir de 1824.

⁵⁶ *Ibid*

⁵⁷ Araya Pochet, C. 1976.

⁵⁸ Araya Pochet, C. 1977. El segundo ciclo minero en Costa Rica. *Revista Geográfica*, (86/87), 81-100.

⁵⁹ Araya Pochet, C. 1976.

⁶⁰ *Ibid*

⁶¹ *Ibid*

Las primeras monedas circularon en 1828.⁶² En 1848 las monedas de oro y plata se decretaron como símbolos nacionales.⁶³

Cuadro 1. Denuncias de minas de oro, plata y otros metales por cantón, y situación de explotación en 1892.⁶⁴

Nombre	Cantón	Ubicación	Minerales	Situación de explotación
La Trinidad	Esparta	Cabecera del río Ciruelitas	Oro y plata	Activa
Sacra Familia	Alajuela	Monte del Aguacate	-	-
La Unión	Puntarenas	Márgenes del río Seco	-	-
La Minita	Alajuela	Monte del Aguacate	-	Paralizada
Mina de los Castro	-	Corralillo	-	-
San Rafael	-	-	-	-
Minas de los Oreamuno	-	-	-	-
Quebrada Honda	-	Quebrada Honda	-	-
Muchuca	-	Corralillo	-	-
Trinidad del Aguacate	-	-	-	-
Peña Grande	San Ramon	Cerro de San Ramón	-	Poca actividad
Mina de Acosta	-	Márgenes del río Jesús	-	-
Las Cóncavas	Cartago	Márgenes del río A. Caliente	Cobre	Paralizada
Palmares	San Ramón	Cordillera del Aguacate	Oro, Plata y Plomo	-
Mancuerna	Sardinal	Costa del Sardinal	Cobre	-
Mata Palo	-	-	-	-
Puerta del Palacio	-	-	-	-
Hoja Chigues	-	-	-	-
Chapernal	-	-	-	-

Fuente: Araya Pochet, C. 1976

La minería de oro en este primer período alcanzó un máximo entre 1821 y, aproximadamente, 1840. Esto permitió alcanzar una mayor prosperidad gracias a la exportación de oro a Estados Unidos y Europa.⁶⁵ La actividad llegó a ocupar entre un 45 y 48 % del total de las exportaciones de Costa Rica en la década de 1830⁶⁶, con el correspondiente consumo de mercurio para realizar la amalgamación.

⁶² Kussmaul, S. 2007.

⁶³ Vargas, J. 2008.

⁶⁴ *Ibid*

⁶⁵ Kussmaul, S. 2007.

⁶⁶ Araya Pochet, C. 1976.

Costa Rica no tenía ingenieros de minas ni trabajadores capacitados en minería.⁶⁷ La técnica de extracción ha sido descrita como “bastante deficiente” y “superficial” por la falta de tecnología para excavar a mayores profundidades, y de mejores materiales, caminos y operarios.⁶⁸ La amalgamación se hacía manualmente en medio acuoso. El exceso de mercurio se filtraba en manta y no se recuperaba. En la primera etapa de minería en el país el azogue utilizado para la extracción “provenía de Huancavelica (Perú), donde fueron descubiertas en 1563 minas de ese metal”.⁶⁹ Al final del primer ciclo minero disminuyó el consumo de mercurio.

b) Segundo ciclo minero (1890 – 1930)

Entre 1857 y 1867, se descubrieron dos minas de oro en la cordillera de Tilarán⁷⁰. En 1890 volvió a tomar fuerza la reactivación de la minería, y persistió hasta 1930. Hacia 1892, la mayor parte de la actividad minera de oro se siguió concentrando en los Montes del Aguacate y áreas aledañas. Surgieron nuevas áreas mineras en las provincias de Puntarenas y Guanacaste, y, en consecuencia, nuevos focos de potencial contaminación por mercurio. Esta explotación se desarrolló en una región llamada Sierra Minera, que comprende la última sección de la Cordillera de Guanacaste y está ubicada entre la depresión del volcán Arenal y el Valle del Río Grande. Las principales áreas donde se desarrolló la explotación minera son ⁷¹:

- Montes del Aguacate
- Región de Abangares
- Región de Tilarán
- Región de Montes de Oro

Durante este ciclo aparecieron nuevas técnicas de extracción y nuevas tecnologías.⁷² También llegaron ingenieros de minas que se encargaron de evaluar el potencial de minas antiguas, implementar las nuevas técnicas⁷³, y formas alternativas

⁶⁷ Kusssmaul, S. 2007.

⁶⁸ Araya Pochet, C. 1976.

⁶⁹ Vargas, J. 2008.

⁷⁰ Kusssmaul, S. 2007.

⁷¹ Araya Pochet, C. 1977.

⁷² *Ibid*

⁷³ Kusssmaul, S. 2007.

de amalgamación.⁷⁴ El segundo ciclo minero también contribuyó a dar origen a una “*legislación minera liberal*” para estimular la importación de maquinaria, suministros, y mercurio.⁷⁵ En una de las referencias se indica: “*la minería industrial a gran escala se apropia de la geografía costarricense*”.⁷⁶ Las minas eran privadas y gozaban de protección estatal. De este mismo período es el termino *coligallero* (persona que furtiva e independientemente se ubicaba a los alrededores de las minas para extraer oro por amalgamación por su propia cuenta).⁷⁷ La existencia de coligalleros sugiere la potencial contaminación de ríos cercanos a los lugares de extracción.

OTRA FUENTE DE MERCURIO EN EL PAÍS: LUMINARIAS PARA EL ALUMBRADO PÚBLICO.

A partir de documentos obtenidos del Archivo Nacional, se identificó otra fuente potencial de mercurio. Se encontraron referencias de licitaciones y facturas de municipalidades para la compra de luminaria pública que utilizó mercurio. La figura 2 muestra un ejemplo de esa documentación.

La figura 2 es una carta del año 1966. Se mencionan ofertas para la instalación de 50 lámparas de mercurio. Según se constató, ya en 1965 la administración a cargo había comprado otras 50 lámparas semejantes. En consecuencia, la municipalidad en cuestión adquirió al menos 100 lámparas de mercurio para el alumbrado público en dos años. No se encontraron datos semejantes para otras municipalidades. Sin embargo, si se consideran condiciones de iluminación pública iguales en los demás cantones de la provincia de San José, podría haber una estimación de la cantidad de mercurio.⁷⁸

La figura 3 muestra una factura que corresponde con el tipo de lámpara mencionada en el documento de la figura 2, cuyo contenido de mercurio fue regulado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos hasta 1 992.⁷⁹

En la figura 3 se muestra una factura de otra municipalidad de 1 968. El documento muestra las cantidades de tubos fluorescentes para distintos lugares del

⁷⁴ Araya Pochet, C. 1977.

⁷⁵ Kussmaul, S. 2007.

⁷⁶ Castillo, A. 2006. Industria minera y coligallerismo en Abangares: un análisis desde la perspectiva histórica. Revista Herencia, 19(1), 33-58.

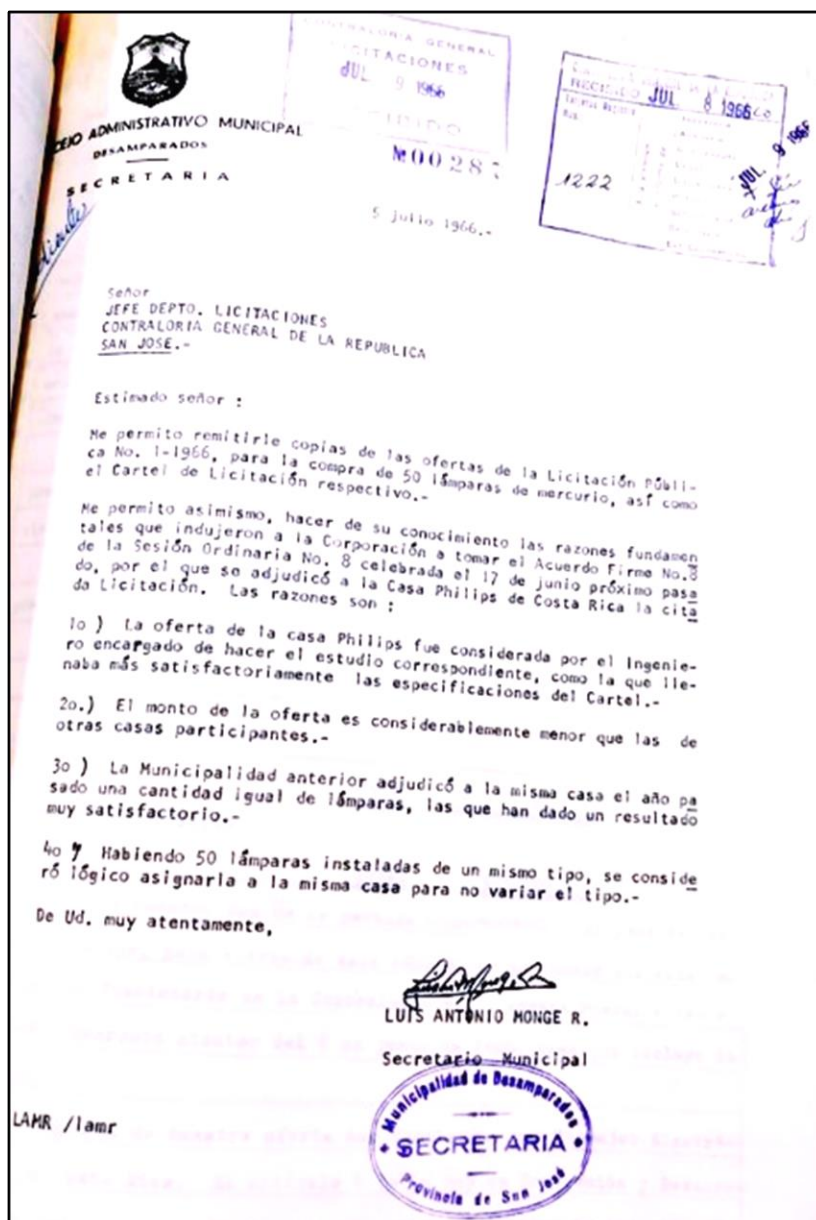
⁷⁷ *Ibid*

⁷⁸ Archivo Nacional. 1966.

⁷⁹ Agencia de Protección del Medio Ambiente (EPA). 1997.

cantón, y el monto por cancelar por luminaria. La sumatoria es de 119 luminarias en ese año en ese cantón, pudiendo hacerse una generalización para el resto de la provincia.⁸⁰

Figura 2. Carta del Secretario Municipal de Desamparados al departamento de Licitaciones de la Contraloría General de la República para la compra de 50 lámpara de mercurio.



Fuente: Archivo Nacional

⁸⁰ Archivo Nacional. 1968a. 1968. Correspondencia del Concejo Municipal con el Instituto Nacional de Electricidad relacionado con concesión para obtener agua de enfriamiento para los motores de planta colima, asesoramiento técnico para la solución del problema de agua, solicitud de energía eléctrica del alumbrado público fluorescente para el lado norte de la avenida central de Guadalupe, solicitud de instalación de un teléfono público, mejoramiento, extensión y operación de los servicios de comunicaciones telefónicas telegráficas radiotelegráficas y radiotelefonías, instalación de un teléfono público, instalación de cabinas para teléfonos públicos, uso inadecuado de lámparas de mercurio para la iluminación de las vías públicas y precio de lámparas de alumbrado público. Provincia de San José. Código y signatura del Archivo: CR-AN-AH-MU-MUNIGOICO, 034674.

Se encontró un registro de 1968 acerca del uso de lámparas de mercurio en la municipalidad de Goicoechea.⁸¹ Otro registro del mismo año hace constar la solicitud de nuevas lámparas de mercurio para la misma municipalidad sin especificar la cantidad.⁸² Otros documentos del mismo cantón son: explicación al Consejo Municipal del atraso en la instalación de lámparas de mercurio en un distrito ⁸³; licitación para la compra de más lámparas de mercurio ⁸⁴; instrucción del Consejo Municipal para instalar las luminarias adquiridas.⁸⁵ Se encontraron más documentos de años sucesivos hasta 1980 acerca de la instalación de lámparas de mercurio y nuevos pedidos de luminarias del mismo tipo para otras zonas del cantón. Los hallazgos de la presencia de mercurio en lámparas para alumbrado público, coincide con las conclusiones del perfil nacional de uso del mercurio en la actualidad ⁸⁶, así como con la falta de procedimientos para gestionar responsablemente los residuos de mercurio en todo el país.

⁸¹ Ibid

⁸² Archivo Nacional. 1968b. 1968. Correspondencia del Concejo Municipal con la Compañía Nacional de Fuerza y Luz relacionado con suministro de servicios de alumbrado público, extensión de líneas eléctricas en el Barrio Río Abajo de Guadalupe, mantenimiento de alumbrado público, cuentas por servicios y solicitud de incluir lámparas de mercurio y fluorescentes. Provincia de San José. Código y signatura del Archivo: CR-AN-AH-MU-MUNIGOICO, 034683.

⁸³ Archivo Nacional. 1971. Correspondencia del Concejo Municipal con Juntas Progresistas y Asociaciones de Desarrollo relacionada con asfaltado de calles, solicitud de Liceo Napoleón Quesada Salazar a las Juntas Progresistas de aportar ideas al Plan Regulador del Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo, solicitud de información acerca de la no instalación de lámparas de mercurio en Calle Blancos. Provincia de San José. Código y signatura del Archivo: CR-AN-AH-MU-MUNIGOICO, 035677.

⁸⁴ Archivo Nacional. 1972. Expediente de la apelación de la licitación de la compra de lámparas de mercurio para la Municipalidad de Goicoechea. Provincia de San José. Código y signatura del Archivo: CR-AN-AH-AL-CGR-DEPLIC, 001288.

⁸⁵ Archivo Nacional. 1973. Correspondencia del Concejo Municipal con Asociaciones de Desarrollo relacionada con Proyecto Construcción de Servicios Sanitarios por Entubamiento de Aguas Negras, nombramiento de Juntas Directivas, posibilidad de que se continúe el edificio del Centro Cívico para que sea usado por la Sociedad de los Alcohólicos Anónimos, mejoras en la Escuela José Cubero, asfaltado de calles, partida específica existente para la realización de la cancha de deportes de Purral, acuerdo del Concejo Municipal autorizando la conexión de dos pajas de agua en dos casas construidas en terreno municipal en lotes Tenorio, instalación de lámparas de mercurio, alumbrado público. Provincia de San José. Código y signatura del Archivo: CR-AN-AH-MU-MUNIGOICO, 035679.

⁸⁶ Fernández, A., Herrera, J., y Sibaja, J. 2017.

Figura 3. Factura de la municipalidad de Goicoechea para el mes de noviembre de 1968 para la compra de 119 tubos fluorescentes (que utilizan mercurio).

DETALLE DE LA FACTURA # 6915, POR EL MES DE NOVIEMBRE DE 1967

<u>LOCALIDAD</u>	<u>TUBOS FLUORESC.</u>	<u>BASES P/. LAMPARAS</u>	<u>BALASTROS</u>	<u>ARRANCADORES</u>	<u>V A L O R</u>
Barrío Fátima	9			3	45.00
Barrío San Gerardo	8				77.05
Calle Blancos	3				18.75
Guadalupe Centro	16				133.85
La Mora	2				9.15
Lotes Ballar	13				59.40
Postes #s. 8-16-24-39 y 81.	6				27.40
Recta entre Guadalupe y Moravia.	13				69.50
Santa Eduvigis	4				23.75
Sección Facio	41				244.00
Sección Incurables	4				37.45
					₡ 745.30

jap.-

Fuente: Archivo Nacional

ENTREVISTAS A EXPERTOS

Se entrevistó a tres expertos en geología para consultar acerca de la presencia de mercurio en el país. En el cuadro 2 se presenta un resumen de las entrevistas realizadas.

Cuadro 2. Resumen de las entrevistas realizadas a expertos del tema de minería de mercurio en el país.

Pregunta	Respuesta
¿En Costa Rica se han identificado regiones donde haya mercurio o minerales que contengan mercurio (como cinabrio) que pudieran haber sido de interés para explotación?	Todos los expertos consultados coincidieron en que existe mercurio a nivel de trazas, es decir, en concentraciones bajas, de manera puntual y sin potencial comercial. En cantidades “normales” de existencia en ambientes volcánicos.
¿Históricamente hay evidencia de que algo se explotó o hubo importaciones?	La mayoría de los expertos comentó que no tenían evidencias de explotación de mercurio dentro del país. Hablaron de conocimiento de minas de mercurio en Nicaragua y en México (que se dijo, ser el país con uno de los yacimientos de mercurio más grandes) y de conocer que, en Costa Rica, el mercurio ha tenido distintos usos y sí existen importaciones. Coincidieron en que muchas importaciones posiblemente son ilícitas.
¿Conoce históricamente de denuncias de su intento de explotación?	En esta pregunta todos coincidieron en que no conocían acerca de denuncias sobre intento de explotación de mercurio en Costa Rica.
¿Legalmente qué se conoce acerca de la legislación de explotación de mercurio en el país? ¿Cuáles consideraciones se tenían?	El código de minería actual rige desde 1982. Uno de ellos comentó que desde el tiempo de la colonia existía el código de minería de España, llamado <i>Ley de Indias</i> . En 1953 fue aprobado el primer código de minería y se fundó el departamento de Biología, Minas y Petróleo que es el actual departamento de Dirección de Geología y Minas del Ministerio de Ambiente.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los expertos en el tema, la explotación de azogue en nuestro país no es de ninguna manera posible y no tienen conocimiento de intentos para realizarla. Esto último se contrapone con los hallazgos expuestos en la sección anterior a partir de documentos oficiales encontrados en el Archivo Nacional de Costa Rica. En

el siguiente párrafo se discute más acerca de la demanda de mercurio en el país asociada a la poca disponibilidad natural que hicieron constar los expertos consultados.

En el Archivo Nacional se encontraron otras evidencias de comercio de mercurio, y distintos problemas asociados a su demanda. Por ejemplo, existen registros de los años 1824 y 1825 acerca de la comercialización de botellas de azogue.^{87, 88} También se registran demandas por deudas de azogue⁸⁹, y remates de botellas de azogue (en ninguno de estos casos se encontró información acerca de las cantidades).⁹⁰ Se encontraron expedientes con denuncias por hurto de mercurio.^{91, 92} Esto reafirma la hipótesis de que las denuncias de minería de azogue se dieron más que todo por la necesidad que existía en ese momento de contar con mercurio disponible a bajo costo para la amalgamación en minería. El mercurio que se utilizaba dentro de la minería de oro, especialmente en los Montes del Aguacate, provenía de Huancavelica, Perú. Lo cual da a entender que definitivamente la extracción de mercurio no fue algo que ocurrió en suelo costarricense.⁹³

RECONSTRUCCIÓN DE LAS CANTIDADES DE MERCURIO EN DIFERENTES PERÍODOS, QUE PODRÍAN CONSIDERARSE LIBERACIONES O EMISIONES EN EL CONTEXTO DEL CONVENIO DE MINAMATA.

Este apartado se divide en dos secciones: reconstrucción de las cantidades de mercurio en unidades de masa estimadas a partir de la información documental, y planteamiento de escenarios hipotéticos extrapolados a partir de algunos de esos datos.

⁸⁷ Archivo Nacional (1824b). 1824. Carta de Ricardo Trevithick al Intendente Juan Mora, fechada en el Ingenio de Britania. Se refiere a unas botellas de azogue cuyo peso difiere del que había resultado en Lima. Código y signatura del Archivo CR-AN-AH-PI, 001038.

⁸⁸ Archivo Nacional. (1825a). 1825. Por orden del Jefe Supremo del Estado el Ministro del Despacho remite a la Municipalidad de Heredia los siguientes ejemplares: 2 de la Descripción del beneficio del azogue, para los que se dedican a este trabajo; 1 del Sistema de Enseñanza en México para que sirva de regla a los Maestros, 2 del Informe del Supremo Poder Ejecutivo, sobre empréstitos, 2 del Discurso del mismo sobre tabacos y dos sobre el idem y memoria del Presidente del Supremo Gobierno en la apertura del Congreso Federal, dando cuenta del recibo de todos ellos. Provincia de Heredia. Código y signatura del Archivo: CR-AN-AH-MU, 000847.

⁸⁹ Archivo Nacional. 1826. Jorge Stiepel demanda a Manuel Núñez por ciento veinte y cuatro pesos y uno y medio reales 124 pesos 1 1/2 reales, que le adeuda por concepto de un azogue y unas herramientas que le vendió. San José. Folios 1 a 7. Código y signatura del Archivo: CR-AN-AH-FED, 000920.

⁹⁰ Archivo Nacional. 1833. Comunicaciones de la Intendencia General al Ministro General sobre nombramiento de agrimensor troqueles de cuño del Estado negocios despachados por el Consejo Representativo, estanquillos el Mineral del Aguacate, derechos de peaje y lazareto en la Garita del Río Grande, Ermita en la Sabana, cuerpos de milicia, tolerancia de cultos, remate de frascos de azogue. Código y signatura del Archivo: CR-AN-AH-MG, 026770.

⁹¹ Archivo Nacional. 1913. Expediente de la causa contra Demetrio Zamudio Rivera por hurto de mercurio cometido en perjuicio de la Compañía Minera de Abangares Gold Fields of Costa Rica. Condenado. Provincia de Guanacaste. Código y signatura del Archivo: CR-AN-AH-CSJ-EXPJU, 000955.

⁹² Archivo Nacional. 1914. Expediente de causa contra Jesús Torres Araya y Gregorio Miranda Carvajal por hurto de mercurio cometido en perjuicio de la Compañía Abangares Gold Fields of Costa Rica. Condenado Torres Araya como autor y Miranda como encubridor. Provincia de Guanacaste. Código y signatura del Archivo: CR-AN-AH-CSJ-EXPJU, 000875.

⁹³ Vargas, J. 2008.

Reconstrucción de las cantidades aproximadas de mercurio asociadas a la minería.

Con las fórmulas [1] y [2] descritas en la metodología se obtuvieron los resultados que se muestran en el cuadro 3.

Cuadro 3. Masas de mercurio potencialmente asociadas a la minería en Costa Rica entre 1821 y 1930.

	Actividad de uso	kg de plata y oro	kg equivalente de mercurio perdido
Primer Ciclo Minero	Cuño de moneda	811,89	1 380,21
Segundo Ciclo Minero (Primera fase)	Exportación	398	676
Segundo Ciclo Minero (Segunda fase)	Exportación	84 477	143 610
TOTAL		85 687,89	145 666,21

Fuente: Elaboración propia.

La información del cuadro 3 sugiere que en Costa Rica pudieron haberse liberado aproximadamente 145 toneladas de mercurio durante los dos ciclos mineros. No se tiene conocimiento de una estimación semejante para las emisiones antropogénicas en el período indicado para Costa Rica. El mercurio liberado se estima que provino de las pérdidas originadas en la separación de amalgamas de oro y plata. Durante el primer ciclo minero el mercurio perdido fue cercano a 1,5 toneladas. En el segundo ciclo esa cantidad aumentó hasta cerca de 144 toneladas, probablemente como consecuencia de una mayor tecnificación. Los valores se estimaron utilizando el parámetro de extracción reportado en la literatura de 1,7 kg Hg perdido por cada kg de metal extraído.⁹⁴ No obstante, este parámetro de extracción ha sido planteado a partir de tecnologías modernas más eficientes.

Es necesaria una cantidad específica de mercurio para que la amalgamación sea eficiente. Sin embargo, aunque el mercurio se intente recuperar, existe una gran

⁹⁴ Nriagu, J. O. 1994.

fracción perdida.⁹⁵ Es de esperar que en las condiciones tecnológicas que prevalecieron en ambos ciclos mineros, las condiciones fueran aún menos eficientes. La recuperación también es limitada porque las propiedades físicas del mercurio reutilizado lo hacen menos efectivo como disolvente, y debe desecharse.⁹⁶ En un caso documentado, se explica que en el siglo XVIII en Bolivia se conocía que se perdían 1,5 kg de mercurio por cada kg de metal precioso extraído. Actualmente, se sabe que esto puede variar entre 0,85 kg Hg/kg de metal para minas pobres y 4,1 kg Hg/kg de metal para minas más ricas en oro o plata. La correspondencia que tenían las minas de la colonia es bastante similar a las asociadas a la minería más moderna, que fue estimada en un ámbito de 1,3-1,7 kg Hg/ kg de oro recuperado.⁹⁷

RECONSTRUCCIÓN DE LAS CANTIDADES APROXIMADAS DE MERCURIO ASOCIADAS AL ALUMBRADO PÚBLICO.

De los documentos encontrados en el Archivo Nacional solamente hay datos de luminarias públicas de dos años específicos de dos municipalidades: Desamparados en 1966 y Goicoechea en 1967 (ambas pertenecientes a la provincia de San José). Para el cálculo de cuánto mercurio contiene cada una de estas luminarias se buscó información en la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA). En el cuadro 4 se muestra el contenido total de mercurio en lámparas fluorescentes T12 utilizados en alumbrado público, según año.⁹⁸

Cuadro 4. Contenido de mercurio en miligramos por lámpara para luminarias T12 por año de fabricación.⁹⁹

Año	mg Hg ⁰	mg Hg ²⁺	mg Total
anterior - 1992	0,082	40,918	41
1992 -1996	0,06	29,940	30
1997 - 2007	0,042	20,958	21

Fuente: Elaboración propia.

⁹⁵ *Ibid*

⁹⁶ *Ibid*

⁹⁷ *Ibid*

⁹⁸ Agencia de Protección del Medio Ambiente (EPA). 1997.

⁹⁹ *Ibid*

Como se muestra en el cuadro 4, las lámparas de mercurio fabricadas antes de 1992 contenían más mercurio total que las fabricadas después de ese año. Utilizando estos datos se reconstruyó la cantidad de mercurio que podría haber existido en la segunda mitad del siglo XX en Costa Rica asociado al uso de luminarias públicas. En el cuadro 5 se muestran los resultados de un escenario estimado a partir de la información documental encontrada en el Archivo Nacional.

Cuadro 5. Escenario 1: Miligramos de mercurio estimados utilizando los datos del Archivo Nacional asociados a la iluminación pública para dos municipalidades.¹⁰⁰

Municipalidad	Número de luminarias	mg Hg ⁰ en total de luminarias	mg Hg ²⁺ en total de luminarias	mg Hg en todas las luminarias
Desamparados (año de 1966)	100	8,2	4 091,8	4 100
Goicoechea (año de 1967)	119	9,8	4 869,2	4 879
TOTAL	219	18,0	8 961,0	8 979

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 5 se observan las estimaciones para el escenario 1: las municipalidades para las que se encontró información adquirieron 100 y 119 luminarias. Cada compra tuvo asociados 4,1 y 4,9 gramos de mercurio respectivamente, y casi 9 gramos en conjunto. Estas cantidades corresponden solamente a la estimación hecha con base en los documentos encontrados. La información del cuadro 5 se extrapoló para establecer otros tres escenarios hipotéticos, que son los siguientes: el escenario 2 se planteó sobre la suposición de que todas las municipalidades de la provincia utilizaban la misma tecnología y compraron aproximadamente la misma cantidad de luminarias en los dos años registrados. Escenario 3: a partir de la suposición anterior, se realizaron proyecciones para la cantidad de mercurio proveniente de luminarias públicas en toda la provincia a diez años. Escenario 4: la proyección se amplió a 27 años para que coincidiera con la fecha de reducción de contenido de mercurio en las

¹⁰⁰ Archivo Nacional. 1966.

luminarias a nivel internacional de acuerdo con los registros de la.¹⁰¹ Los resultados se muestran en el cuadro 6.

Cuadro 6. Miligramos de mercurio total, estimados para los escenarios 2, 3 y 4 propuestos, asociados al alumbrado público.

Provincia	Número de municipalidades	Escenario 2: Extrapolación de mercurio a dos años		Escenario 3: Estimación de mercurio a una década		Escenario 4: Estimación de mercurio de 1965 a 1992	
		Cantidad luminarias	g de Hg en total	Cantidad luminarias	g de Hg en total	Cantidad luminarias	g de Hg en total
San José	20	4 380	180	21 900	898	59 130	2 424

Fuente: Elaboración propia.

Para el análisis de las proyecciones se tiene que en solo dos años de compra de luminaria por parte de la provincia de San José se tendrían aproximadamente 179 gramos de mercurio. Mientras que en la primera década de la obtención de este tipo de luminaria se contaría con cerca de 898 g Hg (escenario 3). Si se toma en cuenta que en las municipalidades se mantenía el ritmo de compra (buscando satisfacer a la población y manteniendo la calidad alumbrado público) hasta antes de 1992 la manufactura reporta la misma cantidad de mercurio para los tubos fluorescentes de alumbrado público, se habrían adquirido poco más de 59 000 lámparas que contenían aproximadamente 2,5 kg de mercurio en la Provincia de San José. Estos datos concuerdan con datos obtenidos por la Dirección de Gestión para la Calidad Ambiental (DIGECA) del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) para la cantidad de mercurio potencialmente presente en luminarias de uso hospitalario.¹⁰² Los valores también fueron confirmados comparando el reporte de la cantidad de mercurio en luminarios tipo T8 en los Estados Unidos.¹⁰³ La información también es coherente con la falta de una gestión responsable de estos residuos en el país hasta el presente¹⁰⁴ y evidencia la contaminación potencial por mercurio que podría existir.

¹⁰¹ Agencia de Protección del Medio Ambiente (EPA). 1997.

¹⁰² Ministerio de Ambiente y Energía. 2012. Inventario preliminar de emisiones de mercurio y equipo médico en hospitales de Costa Rica. Pp. 10-12.

¹⁰³ United States Geological Survey. 2006. Mercury flow through the mercury containing lamp sector of the economy of the United States. P. 4.

¹⁰⁴ Fernández, A., Herrera, J., y Sibaja, J. 2017.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las fuentes documentales revisadas permitieron identificar un amplio período de uso de mercurio en diferentes actividades. Las principales fueron la minería como parte de una política de Estado en dos períodos sucesivos. Y la presencia de mercurio en una nueva etapa, asociada al alumbrado público.

Se identificaron tres tipos de evidencia histórica relacionadas con la presencia y uso del mercurio en Costa Rica: 1) evidencia de potencial extracción de mercurio por denuncias, aunque no en cantidad suficiente para ser extraído eficientemente. 2) Documentación asociada con el uso de mercurio para la amalgamación de metales en minería aurífera y argéntica; y 3) evidencia de compras municipales para el alumbrado público en dos municipalidades de la Provincia de San José.

La reconstrucción de las cantidades encontradas permitió estimar en aproximadamente 145 toneladas de mercurio emitidas al ambiente a lo largo de los dos ciclos mineros documentados.^{105, 106} Estas cantidades de mercurio no solo pudieron haber sido evaporadas sino también pueden existir reservorios en las antiguas minas y ser puntos potenciales de contaminación difusa. Con base en los datos analizados, se estima en aproximadamente 500 g de Hg por metro de propiedad presentes debido a la influencia del primer ciclo minero. El estudio de los ciclos mineros mostró los Montes del Aguacate como una potencial ubicación de contaminación de mercurio en el país. Y no se debería menospreciar el aporte de las luminarias, aunque la estimación sea mucho menor que las cantidades asociadas a la minería.

Se recomienda ampliar el análisis retrospectivo en el contexto del Convenio de Minamata considerando las siguientes etapas:

- i) Revisión de documentación histórica nacional por región geográfica. Ampliar la información acerca de presencia y usos relevantes. Inventariar los hallazgos para determinar zonas prioritarias por potencial de contaminación.

¹⁰⁵ Araya Pochet, C. 1976.

¹⁰⁶ Araya Pochet, C. 1977.

- ii) Con base en los hallazgos de la etapa 1 se podrían realizar las etapas siguientes:
- iii) Revisión de yacimientos de mercurio en el país: analizar evidencias de potenciales puntos calientes de liberación lenta al medio ambiente. O bien, revisión de las zonas en donde el mercurio haya sido utilizado en cantidades superiores a los valores encontrados en este trabajo.
- iv) Realizar muestreos en agua, suelo y aire, complementado con análisis de abundancia isotópica para verificar la relación con la abundancia histórica existente (Muñoz. 2016).¹⁰⁷

Estos pasos podrían complementar el inventario a nivel nacional existente y proporcionar más información para tomar las acciones establecidas por el Convenio, como lo son: los inventarios (artículos 8 y 9 de emisiones y liberaciones), y estrategias adecuadas para identificación y evaluación de sitios contaminados (artículo 12). Así como también con los artículos 18 y 19 que impulsan tanto la sensibilización al público, como la creación de mayor investigación y vigilancia de la problemática. El análisis histórico es el complemento necesario para que el Convenio de Minamata pueda incrementar su éxito de reducción de problemáticas relacionadas con mercurio en el presente y el futuro.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es un producto del Proyecto Monitoreo ambiental de mercurio en zonas mineras artesanales y zonas urbanas de Costa Rica, y acciones para la mitigación de su impacto ambiental, código 5401-1460-8501 de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión del Tecnológico de Costa Rica.

Los autores desean agradecer a la Vicerrectoría de Investigación y Extensión del TEC por su apoyo, así como al Centro de Investigación y de Servicios Químicos y Microbiológicos CEQIATEC, y la Escuela de Química del TEC; a la Universidad de Toronto y al grupo de investigación del Dr. Frank Wania, a la empresa CASIO por medio

¹⁰⁷ Muñoz Abril, L. J. 2016. Ecología trófica, diversidad genética y contaminación por mercurio del atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) en la Reserva Marina de Galápagos y el continente ecuatoriano. Thesis, Universidad San Francisco de Quito.

de su representante en Costa Rica ASEPRO S.A., y a la Dirección de Gestión y Calidad Ambiental (DIGECA) del Ministerio de Ambiente y Energía de la República de Costa Rica.

REFERENCIAS

Agencia de Protección del Medio Ambiente (EPA). Mercury Emissions from the disposal of fluorescent lamps: Final Report. Office of Solid Waste U.S Environmental Protection Agency. 1997. Recuperado de: <https://archive.epa.gov/epawaste/hazard/web/pdf/merc-rpt.pdf>

Araya Pochet, C. La minería en Costa Rica 1821-1843. Universidad de Costa Rica, Escuela de Historia y Geografía. 1976.

Araya Pochet, C. El segundo ciclo minero en Costa Rica. *Revista Geográfica*, (86/87), 81-100. 1977.

Archivo Nacional. Despacho fecho en Madrid y dirigido al Gobernador y Capitán

General de Costa Rica. Acompaña el índice de cinco despachos que se le envían en un navío de azogues, a cargo del Almirante Francisco Garrote. Código y signatura del Archivo: CR-AN-AH-CA, 000118. 1703.

Archivo Nacional. Municipal de Cartago. En sesión de este día, el Cabildo conoció

una Real Cédula sobre la absoluta libertad de derechos a las minas de azogues. Se conoció un oficio del Intendente relativo a la remisión de las cuentas de propios. Provincia de Cartago. Código y signatura del Archivo: CR-AN-AH-MU, 000768. 1811.

Archivo Nacional (1824a). Oficio de la Junta Gubernativa al intendente Juan Mora. Le

comunica la contrata que ha celebrado con Ricardo Trevithick para la adquisición de 20 quintales de azogue a razón de 200 pesos el quintal puesto en el puerto de Punta de Arenas. Puerto de Puntarenas. Código y signatura del archivo: CR-AN-AH-PI, 001127. 1824.

Archivo Nacional (1824b). Carta de Ricardo Trevithick al Intendente Juan Mora, fechada en el Ingenio de Britania. Se refiere a unas botellas de azogue cuyo peso difiere del que había resultado en Lima. Código y signatura del Archivo CR-AN-AH-PI, 001038. 1824.

Archivo Nacional. (1825a). Por orden del Jefe Supremo del Estado el Ministro del Despacho remite a la Municipalidad de Heredia los siguientes ejemplares: 2 de la Descripción del beneficio del azogue, para los que se dedican a este trabajo; 1 del Sistema de Enseñanza en México para que sirva de regla a los Maestros, 2 del Informe del Supremo Poder Ejecutivo, sobre empréstitos, 2 del Discurso del mismo sobre tabacos y dos sobre el idem y memoria del Presidente del Supremo Gobierno en la

apertura del Congreso Federal, dando cuenta del recibo de todos ellos. Provincia de Heredia. Código y signatura del Archivo: CR-AN-AH-MU, 000847. 1825.

Archivo Nacional. Jorge Stiepel demanda a Manuel Núñez por ciento veinte y cuatro pesos y uno y medio reales 124 pesos 1 1/2 reales, que le adeuda por concepto de un azogue y unas herramientas que le vendió. San José. Folios 1 a 7. Código y signatura del Archivo: CR-AN-AH-FED, 000920. 1826.

Archivo Nacional. Comunicaciones de la Intendencia General al Ministro General sobre nombramiento de agrimensor troqueles de cuño del Estado negocios despachados por el Consejo Representativo, estanquillos el Mineral del Aguacate, derechos de peaje y lazareto en la Garita del Río Grande, Ermita en la Sabana, cuerpos de milicia, tolerancia de cultos, remate de frascos de azogue. Código y signatura del Archivo: CR-AN-AH-MG, 026770. 1833.

Archivo Nacional. Expediente de Donald P. Cameron Frazer denunciando una mina de mercurio en Santa Rosa de Candelaria. Provincia de Guanacaste. Código y signatura del Archivo: CR-AN-AH-CSJ-JYA-EXPJUDP, 013640. 1876.

Archivo Nacional. Expediente de denuncia de una mina de azogue cerca del volcán Irazú, distrito cuarto, cantón segundo de Cartago. Hecho por Teófilo Borbón Muñoz y Teófilo Borbón Fernández. Provincia de Cartago. Código y signatura del Archivo: CR-AN-AH-CSJ-EXPJU, 006164. 1899.

Archivo Nacional. (1900 a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, q). Expediente de denuncia de una mina de azogue en el distrito tercero, cantón primero de Cartago, hecho por Jorge R. Guier y otros. Provincia de Cartago. Código y signatura del Archivo: CR-AN-AH-CSJ-EXPJU, 006193. 1900.

Archivo Nacional. (1901 a, b, c, d, e, f). Expediente de denuncia de minas. Federico Jiménez Vargas y José Bonilla Peñaranda y otros denuncian una mina de azogue en La Carpintera de Cartago. Provincia de Cartago. Código y signatura del Archivo: CR-AN-AH-CSJ-EXPJU, 006184. 1901.

Archivo Nacional. (1902 a, b). Expediente de Juan José Meléndez Zúñiga y otro quienes denuncian las continuaciones de una mina de sinabrio o azogue en Tierra Blanca de Cartago. Provincia de Cartago. Código y signatura del Archivo: CR-AN-AH-CSJ-EXPJU, 006681. 1902.

Archivo Nacional. (1903 a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o). Hecho por Ramón Espinach Bonilla, Teófilo Borbón Fernández, Enrique y Guillermo Rguier Freses. Admitido el denuncia. Provincia de San José. Código y signatura del Archivo: CR-AN-AH-CSJ-JCAD-EXPDENTM, 006390. 1903.

Archivo Nacional. (1904 a, b, c, d, e). Expediente de Jerónimo Ulloa Jiménez y otros denuncian una mina de oro y mercurio en el lugar llamado Las Caidas a orillas del río Reventado en el Carmen de Cartago. Quienes lo ceden. Provincia de Cartago. Código y signatura del Archivo: CR-AN-AH-CSJ-EXPJU, 006711. 1904.

Archivo Nacional. (1907 a, b, c, d). Denuncio de una mina de azogue, en la quebrada del Salitral de Santiago, Puriscal. Hecho por Maximino Vargas Paniagua y Francisco Carrillo Gamboa. Inconcluso. Provincia de San José. Código y signatura del Archivo: CR-AN-AH-CSJ-J1CADSJ, 001199. 1907.

Archivo Nacional. (1908 a, b, c, d, e, f). Denuncio de 3 vetas de azogue y una de porcelana, en el Rosario de Desamparados las dos primaveras de azoque y la última en Corralillo de Cartago, y la de porcelana, no se indica su situación. Hecho por Samuel Carlos Phillips y Strongman, Bruno Abarca García y otros. Inconcluso. Provincia de San José. Código y signatura del Archivo: CR-AN-AH-CSJ-J1CADSJ, 001001. 1908.

Archivo Nacional. Expediente de la causa contra Demetrio Zamudio Rivera por hurto de mercurio cometido en perjuicio de la Compañía Minera de Abangares Gold Fields of Costa Rica. Condenado. Provincia de Guanacaste. Código y signatura del Archivo: CR-AN-AH-CSJ-EXPJU, 000955. 1913.

Archivo Nacional. Expediente de causa contra Jesús Torres Araya y Gregorio

Miranda Carvajal por hurto de mercurio cometido en perjuicio de la Compañía Abangares Gold Fields of Costa Rica. Condenado Torres Araya como autor y Miranda como encubridor. Provincia de Guanacaste. Código y signatura del Archivo: CR-AN-AH-CSJ-EXPJU, 000875. 1914.

Archivo Nacional. Expediente de apelación, licitación número 1-66, Municipalidad de Desamparados: lámparas de mercurio. Provincia de San José. Código y signatura del Archivo: CR-AN-AH-CGR-DEPLIC, 001265). 1966.

Archivo Nacional (1968a). Correspondencia del Concejo Municipal con el Instituto

Nacional de Electricidad relacionado con concesión para obtener agua de enfriamiento para los motores de planta colima, asesoramiento técnico para la solución del problema de agua, solicitud de energía eléctrica del alumbrado público fluorescente para el lado norte de la avenida central de Guadalupe, solicitud de instalación de un teléfono público, mejoramiento, extensión y operación de los servicios de comunicaciones telefónicas telegráficas radiotelegráficas y radiotelefónicas, instalación de un teléfono público, instalación de de cabinas para teléfonos públicos, uso inadecuado de lámparas de mercurio para la iluminación de las vías públicas y precio de lámparas de alumbrado público. Provincia de San José. Código y signatura del Archivo: CR-AN-AH-MU-MUNIGOICO, 034674. 1968.

Archivo Nacional (1968b). Correspondencia del Concejo Municipal con la Compañía Nacional de Fuerza y Luz relacionado con suministro de servicios de alumbrado público, extensión de líneas eléctricas en el Barrio Río Abajo de Guadalupe, mantenimiento de alumbrado público, cuentas por servicios y solicitud de incluir lámparas de mercurio y fluorescentes. Provincia de San José. Código y signatura del Archivo: CR-AN-AH-MU-MUNIGOICO, 034683. 1968.

Archivo Nacional. Correspondencia del Concejo Municipal con Juntas Progresistas

y Asociaciones de Desarrollo relacionada con asfaltado de calles, solicitud de Liceo Napoleón Quesada Salazar a las Juntas Progresistas de aportar ideas al Plan Regulador del Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo, solicitud de información acerca de la no instalación de lámparas de mercurio en Calle Blancos. Provincia de San José. Código y signatura del Archivo: CR-AN-AH-MU-MUNIGOICO, 035677. 1971.

Archivo Nacional. Expediente de la apelación de la licitación de la compra de lámparas de mercurio para la Municipalidad de Goicoechea. Provincia de San José. Código y signatura del Archivo: CR-AN-AH-AL-CGR-DEPLIC, 001288. 1972.

Archivo Nacional. Correspondencia del Concejo Municipal con Asociaciones de Desarrollo relacionada con Proyecto Construcción de Servicios Sanitarios por Entubamiento de Aguas Negras, nombramiento de Juntas Directivas, posibilidad de que se continúe el edificio del Centro Cívico para que sea usado por la Sociedad de los Alcohólicos Anónimos, mejoras en la Escuela José Cubero, asfaltado de calles, partida específica existente para la realización de la cancha de deportes de Purral, acuerdo del Concejo Municipal autorizando la conexión de dos pajas de agua en dos casas construidas en terreno municipal en lotes Tenorio, instalación de lámparas de mercurio, alumbrado público. Provincia de San José. Código y signatura del Archivo: CR-AN-AH-MU-MUNIGOICO, 035679. 1973.

Archivo Nacional (1824b). Carta de Ricardo Trevithick al Intendente Juan Mora, fechada en el Ingenio de Britania. Se refiere a unas botellas de azogue cuyo peso difiere del que había resultado en Lima. Código y signatura del Archivo: CR-AN-AH-PI, 001038. 1824.

Calleja, C. y Ramírez, E. Interpretación del contenido de mercurio en muestras nacionales de pez vela (*Istiophorus platypterus*) y marlin (*Makaira* spp. o *Tetrapturus* spp.) a partir de parámetros toxicológicos internacionales. *Revista de Ciencias Ambientales*, 47(1), 44-59. 2014.

Castillo, A. Industria minera y coligallerismo en Abangares: un análisis desde la perspectiva histórica. *Revista Herencia*, 19(1), 33-58. 2006.

Chacón, Y., Yáñez, J., Gómez, H., Marín, G., & Suárez, F. Evaluación de los Niveles de Mercurio en Productos Pesqueros en Costa Rica, Durante 2003-2013, como insumo para recomendar una ingesta semanal tolerable. *Revista Costarricense de Salud Pública*, 25(1), 18-32. 2016.

Clarkson, T. W., y Magos, L. The Toxicology of Mercury and Its Chemical

Compounds. *Critical Reviews in Toxicology*, 36(8), 609-662. 2006.

Corella, J., Valero, B., Wang, F., Martínez, A., Cuevas, C, y Saiz, A. 700 years reconstruction of mercury and lead atmospheric deposition in the Pyrenees (NE Spain). *Atmospheric Environment*, 155, 97-107. 2017.

Diario Oficial. Alcance número 226 de La Gaceta Digital N° 202 del 21 de octubre de 2016. Convenio de Minamata sobre Mercurio.

Dirección de Gestión y Calidad Ambiental. Ministerio de Ambiente y Energía. Evaluación inicial para la implementación del Convenio de Minamata sobre Mercurio. Recuperado de: http://www.digeca.go.cr/sites/default/files/documentos/1_evaluacion_inicial_para_la_implementacion_del_convenio_de_minamata_sobre_mercurio.pdf . 2017.

Faro, L., Barbosa, R., y Pallares, M. (Eds.). El mercurio como contaminante ambiental y agente neurotóxico. Servizo de Publicacións da Universidade de Virgo. 2010.

Fernández, A., Herrera, J., y Sibaja, J. Perfil nacional de uso de mercurio en Costa Rica a la luz de la entrada en vigor del Convenio de Minamata. *Revista de Ciencias Ambientales*, 51(2), 145-168. 2017.

Fernández Villalobos, N. V. Estudio exploratorio sobre la exposición al mercurio

que poseen las personas trabajadoras de la minería artesanal de oro y sus familias, en una cooperativa de Las Juntas de Abangares, Guanacaste, Costa Rica, durante el periodo 2015-2016. Tesis de Licenciatura. Escuela de Tecnologías en Salud, Facultad de Medicina, Universidad de Costa Rica. 2017.

Fleming, S., Furness, R., y Davies, I. Contemporary patterns and historical rates of increase of mercury contamination in different marine food chains. In ICES Annual Science Conference, Bruges. 2000.

García, J., Tortajada, J., Andreu, J., Macián, A., Castell, J., Conesa, C., Martín, E., Molina, F. y Ortega, D. Hospitales Sostenibles (II). Mercurio: exposición pediátrica. Efectos adversos en la salud humana y medidas preventivas. *Revista Española de Pediatría*, 59(3), 274-291. 2003.

Gallini, S. Invitación a la historia ambiental. *Tareas*, (120), 5-27. Centro de Estudios Latinoamericanos “Justo Arosemena”, Panamá. 2005.

Guzmán, H. y Garcia, E. Mercury levels in coral reefs along the Caribbean coast of Central America. *Marine Pollution Bulletin*, 44(12), 1415-1420. 2002.

Harada, M. Congenital Minamata disease: intrauterine methylmercury poisoning. *Teratology*, 18(2), 285-288. 1978.

Kang, S., Huang, J., Wang, F., Zhang, Q., Zhang, Y., Li, C., Wang, L., Chen, P., Sharma, C., Li, Q., Sillanpää, M., Hou, J., Xu, B. y Guo, J. Atmospheric mercury depositional chronology reconstructed from lake sediments and ice core in the Himalayas and Tibetan Plateau. *Environmental science & technology*, 50(6), 2859-2869. 2016.

Kussmaul, S. Publicaciones de principios del siglo XX sobre las minas de oro en Costa Rica. *Revista Geológica de América Central*, (36), 115-123. 2007.

López, M. y Martínez, M. El mercurio: sus fuentes de emisión, usos e impactos. *El mercurio*, 1-167. 2018.

Ministerio de Ambiente y Energía. Inventario preliminar de emisiones de mercurio y equipo médico en hospitales de Costa Rica. Pp. 10-12. 2012.

Muñoz Abril, L. J. Ecología trófica, diversidad genética y contaminación por mercurio del atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) en la Reserva Marina de Galápagos y el continente ecuatoriano. Thesis, Universidad San Francisco de Quito. 2016.

Nriagu, J. O. Mercury pollution from the past mining of gold and silver in the Americas. *Science of the Total Environment*, 149(3), 167-181. 1994.

ONU (Organización de las Naciones Unidas). Convenio de Minamata sobre el Mercurio. Textos y Anexos. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 2019. Recuperado de: [Minamata-Convention-booklet-Sep2019-SP.pdf](https://www.mercurio.org/Minamata-Convention-booklet-Sep2019-SP.pdf) (minamataconvention.org)

Santa María, L. Taki Onqoy: epidemia de intoxicación por exposición al mercurio en Huamanga del siglo XVI. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 34, 337-342. 2017.

United States Geological Survey. Mercury flow through the mercury containing lamp sector of the economy of the United States. P. 4. 2006.

Vargas, J. A 160 años de la fundación de la Republica de Costa Rica: sus primeras monedas de oro (1850-1864). *Revista Herencia*, 21(1), 89-120. 2008.

Yacuzzi, E. Chisso Corporation y la enfermedad de Minamata (No. 391). Serie Documentos de Trabajo. Universidad del CEMA, Buenos Aires, Argentina. 2008.

Historic Reconstruction of Mercury Releases and Emissions in Costa Rica: a Contribution for Compliance with the Minamata Convention

ABSTRACT

Mercury global distribution is related to harmful effects on human health. As a preventive action, Costa Rica signed the Minamata Convention in 2013. The Convention's guidelines drive important efforts aiming to mitigate liberations to water and soil, and emissions to the atmosphere. However, mitigatory actions should be complemented with the identification of historic sources of mercury. This implies the identification of activities that used mercury in the past but are no longer practiced; as well as potentially contaminated sites where such activities took place. Potential accumulation of historic mercury might contribute to present liberations and/or emissions. The country lacks records on this kind of historic information. For example, historic registries on gold and silver mining as a state policy at the end of the 19th century is scarce. Another example is the unavailability of detailed records of land claims intended for mercury extraction. Such lands were supposed to supply mercury locally at a lower cost for amalgamation in the mines. An initial estimation of the amount of mercury used in past activities, or potentially accumulated in specific sites, might contribute to extend the scope of current mitigatory actions in the country. This work summarizes the most important findings on historic activities and sites that used mercury. It also reconstructs the approximate amounts of total elemental mercury potentially released and establishes a baseline of the minimum contributions per activity. Results show seven sites claimed for the extraction of mercury during the colonial period. Gold and silver mining were the activities that contributed with the largest amounts of mercury between 1860 and 1930, followed by a 30-year gap, until 1960. From 1960 to 1992 street lighting in the capital became a new potential source of mercury. A minimum amount of approximately 145 tons of mercury were estimated to be liberated between 1860 and 1992, being gold mining the major contributor.

Keywords: mercury, historic reconstruction, minamata convention, Costa Rica, mitigation.

Recibido: 29/05/2023
Aprovado: 24/03/2024