

RESUMEN DE TESIS DOCTORAL



**Evaluación ambiental de mercurio
en bahía coronel: análisis espacio
temporal de las fuentes y sumideros.**

CRISTIAN CHANDÍA VALLEJOS

PROFESOR GUÍA:

DR. ROBERTO URRUTIA PÉREZ

PROFESOR CO-GUÍA:

DR. MARCO SALAMANCA ORREGO

Resumen de Difusión

El mercurio (Hg) es un metaloide presente en la corteza terrestre a niveles de traza. No esencial en procesos metabólicos, pero que puede bioacumularse y biomagnificarse en las cadenas tróficas. Sus características geoquímicas le permiten formar parte de la fracción particulada, disuelta y gaseosa, favoreciendo su movilidad entre las matrices ambientales. El Hg es liberado al ambiente principalmente por actividades antropogénicas como la minería y uso de combustibles fósiles, donde destaca la quema de carbón como uno de los principales responsables (40-75%) de las emisiones actuales de Hg.

Históricamente las concentraciones de Hg en los océanos, atmósfera y biota se encontraban en estado casi estacionario. Pero como resultado de las emisiones antropogénicas, estas han aumentado el Hg atmosférico (750%) y oceánico (550%) respecto al periodo pre-industrial. La implementación del Convenio de Minamata espera una disminución de emisiones antropogénicas, lo que podría favorecer la re-emisión oceánica de Hg proveniente de depósitos históricos presentes en los sistemas costeros.

En Chile los estudios de Hg son escasos y se enfocan en salud pública y tejidos biológicos para exportación, no existiendo información actualizada del contenido de Hg en las matrices marinas. Dentro de la zona costera destacan las bahías por su batimetría somera, forma semicerrada y menores velocidades de corrientes. Características que le confieren a estos cuerpos de agua condiciones que favorecen la retención y depositación de los aportes continentales que pueden llegar a través del transporte atmosférico, ríos, erosión y emisiones (puntuales y difusas), es decir, las bahías actúan como un colector natural de las emisiones antropogénicas.

El área de estudio de bahía Coronel (Figura 1) ha presentado durante las últimas tres décadas el desarrollo de un importante complejo industrial, en el cual operan más de 120 empresas, destacando las actividades pesqueras, puertos y centrales termoeléctricas a carbón. Por otra parte, bahía Coliumo (Figura 1) se ha orientado hacia la pesca artesanal y turismo estival, por lo que se considera en este estudio como una zona de referencia, donde contrastaremos los niveles de Hg con los obtenidos desde bahía Coronel.

RESUMEN DE TESIS DOCTORAL



Los objetivos de este estudio se centran en evaluar las fuentes y sumideros de Hg total en bahía Coronel durante verano e invierno de 2019. Determinando las tasas de depositación de Hg en el registro sedimentario, distribución temporal y espacial de Hg en agua, sedimentos y organismos bentónicos, e identificando las principales fuentes de emisión de Hg. Junto con contrastar los niveles de Hg obtenidos en bahía Coronel con los obtenidos en las mismas matrices para bahía Coliumo.

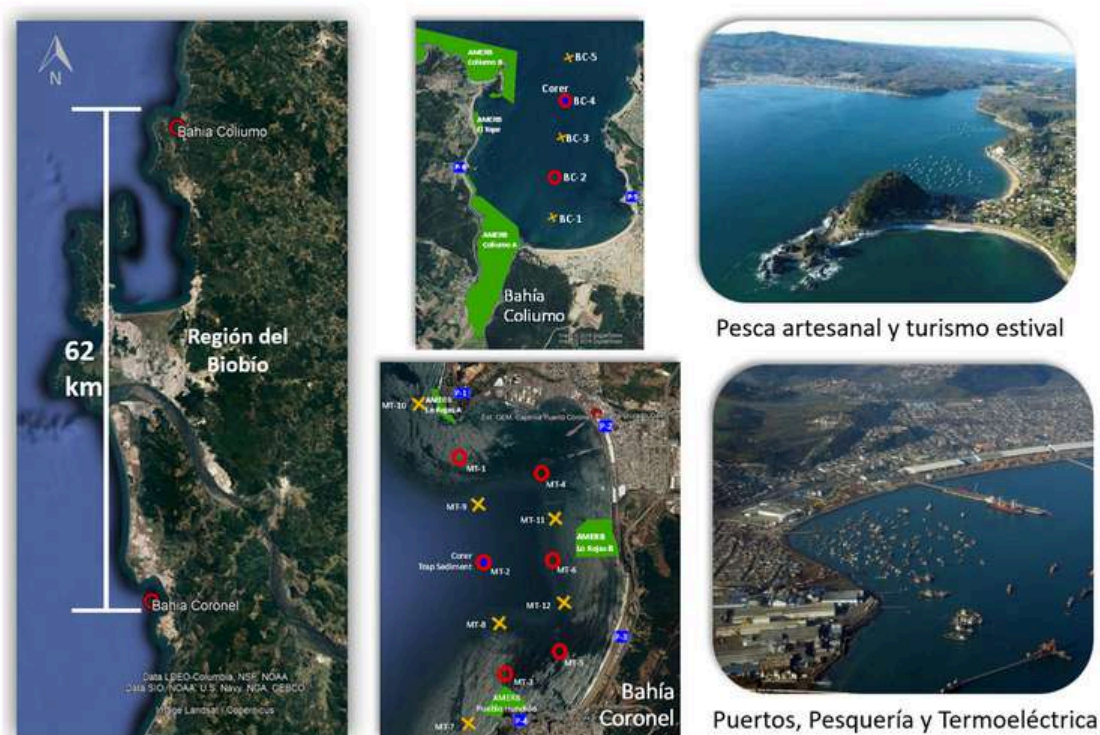


Figura 1. Ubicación geográfica de las bahías de Coliumo y Coronel. Disposición de las estaciones de muestreo, círculos rojos (agua, sedimentos y CTD-O), cruces amarillos (CTD-O), polígonos verdes (organismos AMERBs) y cuadrados azules muestreadores atmosféricos. Imágenes que muestran las actividades económicas en cada bahía.

Los resultados obtenidos corresponden al registro más actualizado de Hg para las matrices marinas en el Pacífico Sur y la primera evaluación detallada para las aguas, sedimentos y organismos de una zona costera en Chile. Se obtuvieron testigos de sedimento, los que fueron datados mediante técnicas radiométricas y analizados para determinar el contenido de Hg y parámetros de contexto, a



partir de los cuales se determinó un aumento inicial de las concentraciones de Hg desde 1990 ($\sim 0,021 \mu\text{g/g}$) relacionado al desarrollo y operación del puerto de Coronel y un incremento mayor ($0,031$ a $0,101 \mu\text{g/g}$) a partir del año 2012 relacionado con la operación de las termoeléctricas a carbón instaladas en Coronel, lo que a su vez modificó los patrones de sedimentación y tasas de acumulación de Hg en los sedimentos, alcanzando concentraciones promedio de hasta de un orden de magnitud mayor que los registros obtenidos para bahía Columo en el mismo periodo ($0,008$ a $0,012 \mu\text{g/g}$). El contenido de Hg registrado en la columna de agua, sedimentos y organismos en bahía Coronel permite establecer que las actividades industriales que emiten Hg al ambiente, son las principales responsables de las concentraciones actuales de Hg en las matrices ambientales evaluadas, con niveles de concentración entre 3 a 7 veces mayores que las registradas en bahía Columo, resultados que dan cuenta de un deterioro leve a moderado en la calidad ambiental de bahía Coronel respecto a estándares ambientales e índices geoquímicos (SEDTOX, 2016; CCME, 1999; Turner & Millward, 2000 [EF]; Al-Haidarey et al., 2010 [Igeo]). Al analizar las fuentes, sumideros y reservorio de Hg para bahía Coronel durante verano e invierno de 2019, se pudo establecer que las emisiones atmosféricas industriales provenientes desde la termoeléctricas son la principal fuente de Hg hacia la bahía, en tanto que, la columna de agua constituye el principal reservorio y los sedimentos el sumidero de los aportes de Hg hacia la zona costera en bahía Coronel (Figura 2).

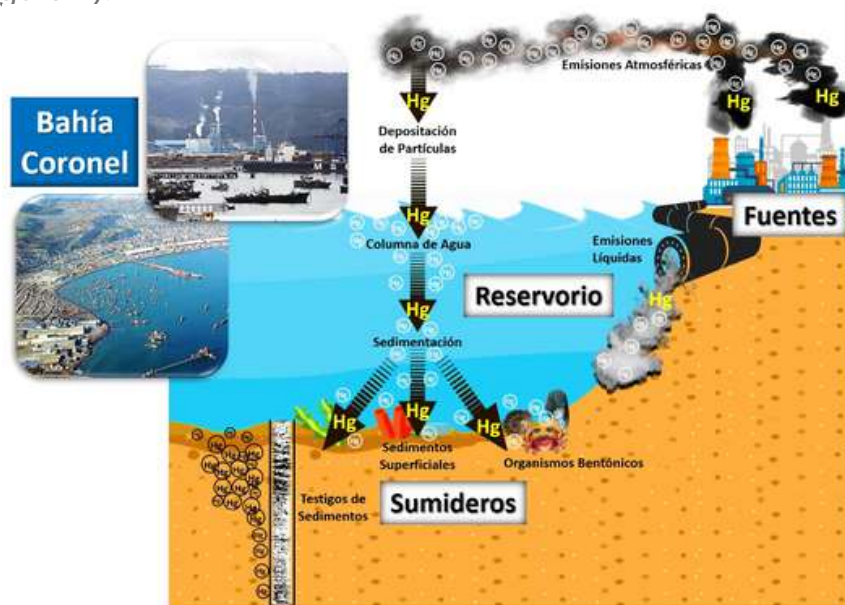


Figura 2. Diagrama conceptual de los componentes ambientales analizados en bahía Coronel, donde se identifican las fuentes, reservorio y sumidero de Hg en las matrices marinas analizadas durante verano e invierno del 2019.

RESUMEN DE TESIS DOCTORAL



Los resultados obtenidos sugieren que una fracción del Hg atmosférico llega a las aguas de bahía Coronel desde donde es exportado fuera de la bahía como respuesta a los procesos hidrodinámicos y favorecido por la topografía costera de bahía Coronel, quedando una fracción menor de Hg depositada en los sedimentos e incorporada por los organismos bentónicos. Lo anterior respalda la hipótesis planteada respecto a que las actuales concentraciones de Hg en bahía Coronel resultan de las emisiones atmosféricas locales provenientes de las centrales termoeléctricas a carbón. Estas emisiones a la atmósfera depositan Hg en la bahía, provocando un incremento en sus niveles tanto en las aguas como en sedimentos y organismos bentónicos residentes. Así también, se puede establecer que el contenido de Hg en bahía Coronel estaría estrechamente relacionado con las cercanías a las fuentes de emisión, en tanto que, la distribución, retención y/o exportación de Hg desde la bahía depende de los forzantes locales estacionales, entre los cuales destaca el viento y las corrientes marinas, y en menor grado de los aportes continentales provenientes del río Biobío durante invierno.