



ESTANDARIZACIÓN DATOS P.O.A.L.



DATA HISTÓRICA P.O.A.L.

DEPURACIÓN DATOS DESDE 1993 AL 2023



ENERO 2026

POAL PROGRAMA DE OBSERVACIÓN
DEL AMBIENTE LITORAL
DIRECTEMAR



I. INTRODUCCIÓN

El Programa de Observación del Ambiente Litoral (POAL), consiste en una actividad realizada por personal especialista de la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DIRECTEMAR), que consiste en la recolección de muestras de agua, biota y sedimentos litorales, las que son remitidas a laboratorios de ensayo para su posterior análisis de parámetros físico-químicos y microbiológicos. Se determinan y evalúan los niveles y concentraciones de los principales contaminantes tanto de las aguas costeras, continentales, insulares y antárticas, focalizándose principalmente en aquellos cuerpos de agua más intervenidos en Chile considerando los efectos potenciales de dos grandes factores; las descargas de las actividades que se desarrollan en el entorno terrestre del cuerpo de agua (industrias, establecimientos de servicios sanitarios, etc.) y en los impactos producidos por las principales actividades que se llevan a cabo en el cuerpo de agua mismo (tales como pesca, acuicultura, balneario, navegación, entre otros).

Cada Gobernación Marítima tiene asignada una cantidad específica de “cuerpos de agua” que se monitorean anualmente, dependiendo de las condiciones locales y las actividades antrópicas que generan impactos en las aguas de su jurisdicción. A su vez, cada cuerpo de agua POAL tiene una cantidad determinada de estaciones o puntos de muestreo representativos, los que, se emplazan en la zona litoral y en su mayoría se encuentran cercanos a fuentes contaminantes. En cada estación, se realiza la toma de muestras de agua, de sedimento y/o de biota, para análisis de parámetros físico-químicos y microbiológicos, como metales, nutrientes, hidrocarburos, compuestos orgánicos, entre otros.

Los objetivos del POAL son:

- 1) Monitorear la calidad de la columna de agua, sedimento y biota.
- 2) Seguimiento de los principales contaminantes que se descargan a los cuerpos de agua.
- 3) Determinar las fluctuaciones en el tiempo de las cargas contaminantes.

La información del POAL ha sido ampliamente utilizada por el sector privado, académico y ciudadanía para consultas tanto, de carácter general como información base para la elaboración del "Informe del Estado del Medio Ambiente (IEMA)" que lidera el Ministerio de Medio Ambiente, así como también se ha utilizado en el desarrollo de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental (NSCA). A nivel internacional el POAL aporta con información referente a la construcción de los indicadores relativos al objetivo 14: “Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible” de la agenda Internacional 2030, en el marco de la ONU (DIRECTEMAR, 2021).

II. DEPURACIÓN DE DATA POAL

En cuanto a la data disponible del POAL, se cuenta en esta oportunidad con registros desde el año 1993 al 2023 que están detallados en la página web de DIRECTEMAR, presentando modificaciones en el tiempo en cuanto a parámetros y metodologías de análisis. Esto último, relacionado con lo siguiente:

- 1) Modificación de las actividades antrópicas que impactan en el cuerpo de agua.
- 2) Consideración de los resultados previos obtenidos en el cuerpo de agua.
- 3) Falta de metodologías analíticas apropiadas para algunos parámetros (Ej.: para hidrocarburos fijos, aceites y grasas).
- 4) El presupuesto asociado para los monitoreos y análisis de muestras del POAL.
- 5) Cambios de laboratorio encargado de los monitoreos y análisis de las muestras.

Por lo anterior, surge la necesidad de depurar y estandarizar la base de datos histórica que POAL mantiene para los diversos cuerpos de agua, y así facilitar su uso y análisis en el ámbito público y privado.

III. OBJETIVO

Realizar una depuración y validación de la base de datos histórica del POAL y así contar con una base de datos estandarizada para su posterior uso en informes de diagnóstico ambiental de distintos cuerpos de agua en Chile.

IV. METODOLOGÍA

La información de la base de datos POAL proviene de monitoreos bianuales realizados en distintos cuerpos de agua de Chile. Esta información ha sido analizada por distintos laboratorios en el tiempo, por lo que se pueden encontrar diferencias en las metodologías utilizadas, lo que se ve plasmado en los informes de laboratorio.

Por lo anterior, para contar con una base de datos histórica “limpia” o validada, se siguieron las siguientes etapas para el tratamiento de la información:

- 1) Verificación y eliminación de mediciones duplicadas.
- 2) Definición del criterio utilizado para aquellos valores que se encontraron bajo el límite de detección (L.D.) de la técnica analítica utilizada por los laboratorios.
- 3) Homogenización de las unidades de medida de las concentraciones pertenecientes a un mismo parámetro.
- 4) Verificación de la existencia de valores “outlier”.
- 5) Otras correcciones: Periodos de laboratorios encargado de los análisis; verificación de coordenadas de estaciones.

Los análisis de la base de datos fueron realizados con el software R versión 4.3.2. La selección de esta herramienta estadística se basó en su robustez, su aceptación en la comunidad científica y sus elevadas funcionalidades. Para ello se realizó un

análisis exploratorio de datos, para posteriormente identificar y analizar cada columna de información. Con ello, se identificaron las inconsistencias en los criterios utilizados para el L.D., y en las unidades de medida. En el caso de los “outlier” se generaron gráficos de dispersión en el tiempo. La información fue corregida mediante códigos en R (4.3.2), y correcciones por profesionales de DIRECTEMAR.

Respecto a los datos, hay que señalar que para el periodo comprendido entre 1993 al 2023, existen 301.545 datos disponibles, los cuales se encontraron agrupados en 64 cuerpos de agua, cada cuerpo de agua tiene al menos dos matrices entre: 1) Matriz de agua de mar; 2) Matriz de sedimento; 3) Matriz de Biota; 4) Matriz de agua Continental; y 5) Matriz de sedimento Continental. Cada matriz comprende a lo más 80 parámetros. Lo anterior da cuenta de la complejidad de la base de datos para el análisis de cada parámetro en cada cuerpo de agua.

V. RESULTADOS

Con los análisis y modificaciones realizadas se generó una base de datos depurada y estandarizada. Los pasos realizados consideraron lo siguiente:

Verificación y eliminación de mediciones duplicadas

Se revisó la existencia de datos duplicados, no observando casos en la base de datos original.

Definición de criterio L.D.

Respecto a los valores que se encuentran bajo el límite de detección, se consideró usar la metodología que ya venía trabajando la DIRECTEMAR, la cual consiste en utilizar la mitad del valor de dicho límite. Lo anterior con el fin de evitar confusiones respecto de informes ya presentados por DIRECTEMAR, y como una forma de integrar dichos datos en análisis estadísticos.

Homogenización de las unidades de medida

En cuanto a la homogenización de unidades de medida de cada parámetro existieron 2 etapas:

- 1) Aquellos que se podían modificar de forma manual: Para ellos se elaboró un código en el software R (4.3.2) donde se modificaron las unidades de medida.
- 2) Aquellos que requerían un acuerdo con DIRECTEMAR: Existieron datos en los cuales se solicitó confirmación, ya que la unidad de medida no correspondía a la matriz donde se encontraba (ejemplo, existían datos con unidad de sedimento, pero se encontraban en la matriz de columna de agua) Ante ellos se confirmó que solo eran errores de nomenclatura, por lo que se procedió a corregir manualmente.

Identificación de valores “outlier”

En el caso de los valores “*outlier*”, se señala que estos no fueron eliminados, sino más bien se informaron a la DIRECTEMAR. Si bien la idea es poder identificar estos valores, no es posible eliminarlos o señalar que son anómalos debido a que se debe entender el contexto en la cual fue tomada la muestra, es decir el lugar específico y condiciones de muestreo, las condiciones climáticas y oceanográficas, eventos puntuales de contaminación, metodología para la toma de muestra, etc.

Otras correcciones

Se corrigió la información de los laboratorios a cargo de los análisis, ya que había una confusión entre el periodo analizado por SGS y por ANAM. Además, se verificaron e incluyeron algunas coordenadas de estaciones faltantes.

VI. CONCLUSIÓN

Con el trabajo realizado se obtuvo una base de datos depurada y estandarizada que incluye la información de las 5 matrices (agua de mar, sedimento marino, biota, agua y sedimento continentales), en los 64 cuerpos de agua. Esta base de datos permite un posterior tratamiento estadístico de la información para los fines que sea requerido.

Cualquier otro tratamiento, o análisis respecto de la calidad del origen de los datos, puede ser realizado de forma posterior por cuerpo de agua a medida que se realicen futuros análisis estadísticos de la información, para lo cual se dispone también de los informes de laboratorio correspondientes a los distintos monitoreos.