

# CAPITULO 4

---

**“RESULTADOS”**



## CAPITULO 4: RESULTADOS

### 4.1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA NACIONAL E INTERNACIONAL SOBRE REQUISITOS DE UN LABORATORIO DE COPs Y QA/QC

Debido a que el análisis de COPs en distintas matrices es complejo, se establecieron los requerimientos mínimos para que un laboratorio pueda desarrollar análisis de COPs en distintas matrices ambientales. La Tabla 1 muestra los requerimientos mínimos de tipo instrumental, para el análisis de COPs que fueron discutidos en un taller organizado por UNEP (2003).

**TABLA 1: REQUERIMIENTOS PARA EL ANÁLISIS INSTRUMENTAL DE COPs**

Tipo de a Laboratorio	Equipamiento	Necesidades de Infraestructura	Sustancias Químicas
3	Equipamiento básico de extracción y limpieza (clean-up) de muestras. Cromatógrafo de gases capilar GC-ECD	Nitrógeno/ aire acondicionado/ Personal específicamente entrenado para operar y resolver problemas de funcionamiento del instrumento	Todos los PCBs y todos los plaguicidas organoclorados excepto Toxafeno
2	Equipamiento de extracción y limpieza de muestras, cromatógrafo de gases acoplado a masas de baja resolución (GC-LRMS)	Helio/aire acondicionado/ estabilizador de corriente/ vacío/ personal específicamente entrenado para operar y resolver problemas de funcionamiento del instrumento	Todos los PCBs y todos los plaguicidas organoclorados, toxafeno puede ser analizado si la ionización química negativa, esta disponible
1	Equipamiento de extracción y limpieza, Cromatógrafo de gases acoplado a masas de alta resolución (GC-HRMS)	Helio/aire acondicionado/ estabilizador de corriente/ elevados costos operacionales/ personal específicamente entrenado para operar y resolver complicados problemas instrumentales	PCDD/PCDFs, todos los PCBs, todos los plaguicidas organoclorados excepto toxafeno.

Fuente: UNEP Chemicals (2003)

Esta clasificación, es útil para dar un primer paso en el análisis de las capacidades nacionales considerando estos requerimientos.

#### 4.1.1 QA/QC EN ANÁLISIS DE COPS

En términos generales, la implementación de un programa de QA/QC (aseguramiento y control de la calidad) permite asegurar que todos los objetivos de calidad sean efectivamente alcanzados y que no existan pérdidas de muestra por problemas asociados a la calidad de los análisis. Los procedimientos de QA/QC deben ser considerados por todos los participantes de un programa de Control de Calidad, pero también estas directrices deben seguirse de forma individual y auto-controlada para lo cual se considera un seguimiento y control, específicamente sobre la calidad y validez de los resultados obtenidos.

Los datos generados en un Programa de QA/QC deben ser revisados en al menos dos niveles, según lo indicado en el informe EPA Quality Assurance Report for the National Study of Chemical Residues in Lake Fish Tissue: Year 1 Analytical Data (2004). El primero de ellos considera realizar una precalificación de cada laboratorio para demostrar que están calificados para coleccionar, preparar y/o analizar las muestras de las distintas matrices conteniendo COPs. En el segundo, demostrar que los resultados emitidos son válidos y se ajustan a los objetivos de calidad establecidos. Un tercer nivel puede ser establecido para extraer conclusiones globales de los datos obtenidos o cambiar los objetivos de calidad del programa.

Según lo indicado anteriormente, el análisis de QA/QC para COPs debería comenzar con el desarrollo de Protocolos de muestreo que consideren las diferentes matrices susceptibles de análisis validados. Se deben considerar entre los aspectos más importantes la calificación de quién realiza las actividades de muestreo y el desarrollo e implementación de procedimientos estandarizados de muestreo. Los aspectos relativos a muestreo, si bien son un tema importante

dentro del proceso de QA/QC de COPs están fuera del alcance de este estudio y solo se señalarán directivas generales a modo de indicaciones acerca de ellos en diferentes matrices.

#### Sistema de acreditación de Laboratorios

El laboratorio análisis de COPs debería acreditarse, en primera instancia, bajo la norma chilena ISO 17025 para cumplir con lo establecido en lo referente a las Normas Chilenas vigentes y para poder ser competitivo frente a la demanda que exige la realización de análisis en laboratorios acreditados. Posteriormente corresponderá a las exigencias particulares de los clientes del laboratorio establecer una acreditación de otra entidad, por ejemplo análisis de COPs con fines de exportación.

La acreditación del laboratorio bajo norma chilena ISO 17025 requiere de al menos 12 meses de preparación además de 3 meses de marcha blanca. Idealmente se sugiere contar con el apoyo de una empresa que asesore en el tema de la acreditación aunque no es indispensable.

La entidad encargada en Chile de acreditar la certificación de los laboratorios de ensayo es el Instituto Nacional de Normalización (INN) el cual tiene como misión fundamental contribuir al desarrollo productivo del país fomentando el uso de la normalización, la acreditación y la metrología. Dentro de las funciones del INN se encuentran la elaboración de normas técnicas nacionales y participación en el estudio de normas regionales e internacionales. Así como la acreditación de organismos de certificación de calidad (orientado a sistemas y productos). Todo lo cual lo hace el primer candidato como organismo acreditador de un laboratorio de COPs.

En Chile existe escasa información sobre normativa aplicable a COPs, a continuación en la Tabla 2 se resumen las normativas chilenas que involucran el análisis de COPs.

**TABLA 2: NORMATIVA CHILENAS PARA EL ANÁLISIS DE COPs**

<b>COPs</b>	<b>Instructivo presidencial normas secundarias (No vigente – agua)</b>	<b>Norma Chilena 1333 (Vigente – agua)</b>	<b>Norma de Emisión para la Incineración y Coincineración de residuos peligrosos (Vigente - aire)</b>	<b>Reglamento sanitario sobre manejo de residuos peligrosos</b>
Aldrin	X	No indica el tipo de pesticidas. La autoridad competente debe pronunciarse en cada caso.		
Endrin				X
Dieldrin	X			
DDT	X			
Clordano	X			X
Mirex				
Toxafeno				X
Hexaclorobenceno			X	X
Bifenilos Policlorados	X		X	
Heptacloro				X
Dioxinas			X	
furanos			X	

#### 4.1.1.1 Calificación del Personal

Debido a que no es posible evaluar la experiencia de los recursos humanos, se ha incorporado el perfil del personal técnico requerido para el desarrollo de las actividades técnicas de un laboratorio de COPs.

**Jefe de laboratorio:** Doctorado en Química con 10 años de experiencia comprobada en análisis de muestras de COPs en diferentes matrices en el ámbito de la investigación y la industria. Experiencia en validación de métodos analíticos cromatográficos y análisis quimio-métricos.

**Supervisor de Calidad:** Químico Analista con 10 años de experiencia en técnicas cromatográficas clásicas e instrumentales.

**Químicos Analistas:** 3 años de experiencia en técnicas de análisis cromatográficos.

**Técnico Universitario:** Deseable experiencia con trabajo en terreno.

**Auxiliar:** Los que se estimen pertinentes para la función.

Además, se requiere personal calificado y entrenado en el muestreo de diferentes matrices ambientales como aguas frescas y residuales, sedimentos y aire. También es importante la calificación en el muestreo representativo de residuos y aceites. Finalmente, debido a la importancia de la preservación y futura fiscalización de COPs en el ambiente es importante la calificación para la toma de muestras de vida silvestre o muestras de tejidos biológicos. Por otro lado, para participar en monitoreos, regionales y globales se requieren equipos de laboratorio dirigidos por químicos analíticos con experiencia en análisis de COPs. Este entrenamiento de personal del laboratorio es un tema crítico. La cualificación básica debería ser entrenamiento universitario en química con énfasis en analítica, medioambiente o química ambiental

#### 4.1.1.2 Protocolos de Muestreo

El objetivo de un muestreo es producir información que refleje con precisión las características de la matriz de interés. Por consiguiente, se hace necesario desarrollar e implementar protocolos de muestreo consistentes. Los aspectos generales deben considerar al menos lo siguiente:

1. Identificación de parámetros de interés individualmente o en grupo.
2. Definición del control del muestreo espacial.
3. Identificación de las metodologías, equipos y materiales apropiados para la toma de muestras.
4. Definición de actividades de Control de Calidad / Aseguramiento de Calidad.
5. Aseguramiento de procedimientos para evitar la contaminación cruzada.
6. Uso de cadenas de custodia para el manejo y transporte de las muestras.
7. Inclusión de protocolos de seguridad.

#### 4.1.1.3 Muestreo

La obtención de muestras representativas es fundamental para cualquier programa de medición ambiental. Procedimientos de operación normalizados (SOPs) deben ser desarrollados por los laboratorios en concordancia con el personal responsable del muestreo en terreno. El control de la contaminación en terreno por COPs puede ocurrir particularmente por PCBs en equipos eléctricos y productos de construcción, por PCDD/Fs desde fuentes de combustión, etc. Técnicas de muestreo limpias deben ser adoptadas tales como el uso de ropa especial y uso de guantes para muestreo, contenedores sellados y el uso de blancos de campo. ICES (2003), NOAA (1998) y OSPAR (2000) proveen de guías para el muestreo de peces/crustáceos, bivalvos y sedimentos, respectivamente, que pueden ser de mucha utilidad para la implementación de programas de muestreo en nuestro país.

## Consideraciones acerca del Muestreo

El resultado analítico depende de varios factores tales como el muestreo, tratamientos preliminares de las muestras, lectura e interpretación de resultados. El muestreo representa aproximadamente un 30% del valor de un resultado analítico, por consiguiente no solo es necesario asegurar las condiciones bajo las cuales la muestra es indicativa del real contenido de los componentes del estudio, si no que además es necesario asegurar las condiciones de muestreo para minimizar los errores de esta etapa.

Los muestreos con objetivos de fiscalización están basados en las normativas vigentes las cuales deben incluir procedimientos generales y/o específicos tanto del muestreo como de preservación y transporte de las muestras.

Los requerimientos de la Norma serán primordiales en estudios de fiscalización los cuales buscarán asegurar una concentración o valor norma y estarán necesariamente dirigidas por procedimientos y protocolos de muestreo previamente establecidos para los objetivos de estudio correspondientes (agua, suelo, aire, biota). En este caso se requiere de procedimientos de muestreo internacionalmente aceptados. Por ejemplo, el error aleatorio disminuye cuando las muestras son analizadas en duplicados, sin embargo esto redundara en un gran número de muestras lo cual atenta contra la factibilidad de fiscalizar un gran número de muestras. Por otro lado los estudios científicos pueden requerir muestreos diferentes con el objeto de estudiar procesos de destino ambiental los cuales no necesariamente deberían estar normalizados o validados.

La introducción de impurezas en el proceso de muestreo requiere de especiales precauciones. Estas medidas deben estar debidamente indicadas en detalle para cada una de las técnicas elegidas. El manejo y transporte de las muestras debe considerar los cambios de composición de la muestra por fotólisis, descomposición térmica, reacciones químicas, transformaciones biológicas, etc.

Se recomienda seguir los lineamientos establecidos por el Comité Europeo de Normalización en la norma UNE-EN 25667-1 que es una adopción de la norma ISO 5667-1:1980, Calidad del Agua. Muestreo. Parte 1: Guía para el diseño de los programas de muestreo.

Otras fuentes de información son las publicadas por American Water Works Association (AWWA) and Water Pollution Control Federation (WPCF), o cualquier otro método aprobado, cuyos resultados hayan sido demostrados por publicaciones reconocidas como consistentes y comparables a los del "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater".

## Almacenamiento de muestras y Manipulación

Un requerimiento básico para laboratorios analíticos involucrados en la medición de COPs es la disponibilidad de congeladores y refrigeradores con capacidad para el almacenamiento de muestras. De Boer y Smedes (1997) recomiendan  $-70^{\circ}\text{C}$  para muestras almacenadas más de 2 años.

### 4.1.1.4 Requisitos de un Programa de Control y Aseguramiento de Calidad (QA/QC)

El control y aseguramiento de calidad (QA/QC) de los resultados provenientes de análisis químicos, donde se incluyen los COPs, está basado en:

- Procedimientos de preparación de muestras
- Materiales de referencia (LRMs y CRMs)
- Programas interlaboratorio
- Rondas de intercalibración
- Tratamiento de la información

Independiente de los elementos mencionados anteriormente, es necesario tener información detallada acerca de almacenamiento de las muestras, pretratamiento y sobre los métodos analíticos. En estos últimos, se debe tener control sobre la calibración de los instrumentos, soluciones de calibración, condiciones de extracción y limpieza, técnicas de inyección, condiciones cromatográficas y técnicas de detección. Adicionalmente, en cada método/técnica analítica propuesta se debe incluir la performance analítica de tal método (repetibilidad, reproducibilidad), estudios de recuperación, uso de blancos, cálculo de los límites de detección y cuantificación y el uso frecuente de Materiales de Referencia Certificados. Opcionalmente, la estimación de la incertidumbre en métodos no validados proveen de una buena forma de identificar y cuantificar las fuentes de errores del método analítico.

## Estándares Analíticos/Material de Referencia

La disponibilidad de estándares analíticos de precisión (CRMs) es un requerimiento fundamental para la cuantificación de contaminantes orgánicos en niveles de trazas, como es el caso de los COPs. Existen estándares disponibles comercialmente así como en agencias involucradas en certificación de materiales de referencia: National Institute of Standards and Technology (NIST), el Bureau Communautaire de Référence (BCR), etc.

### Materiales de Referencia Internos o del Laboratorio (IRMs o LRMs)

Usados para realizar Cartas Control destinadas a controlar a largo plazo la reproducibilidad del método usado. Para evitar la variabilidad de estos estándares en estudios colaborativos, solo un laboratorio debe preparar, homogeneizar y dividir los estándares en un ambiente libre de contaminación.

### Materiales de Referencia Certificados (CRMs)

Utilizados para evaluar la precisión del método elegido por el laboratorio. Se consideran como valores verdaderos y tienen una o más propiedades certificadas, mediante el cálculo de su incertidumbre, por un procedimiento técnico validado.

### Estudios de Recuperación

En los casos en que el Material de Referencia no este disponible se puede realizar una aproximación considerando estudios de recuperación de muestras en las matrices de interés.

El análisis QA/QC de COPs presenta una gran deficiencia al no existir CRMs e incluso LRMs para las matrices de interés (agua, aguas residuales, suelo/sedimento, aire, biota, etc) lo cual afecta negativamente la validez de los resultados obtenidos al no haber estudios de los criterios de desempeño de los laboratorios que incluyen evaluación de exactitud, precisión y especificidad entre otros. Por consiguiente, una de las primeras tareas a considerar en el mejoramiento o implantación de un programa de calidad para COPs es el desarrollo de LRMs entre los laboratorios interesados.

## Programas Interlaboratorios

Estos programas son considerados necesarios para una revisión de la validez de los datos suministrados por un laboratorio. A este respecto la NCH ISO 17025 los considera necesarios para demostrar la competencia de un Laboratorio de Ensayos. Por otro lado la Guide 43-1 (1996) *"Proficiency testing by interlaboratory comparisons- Part 1: Development and operation of proficiency testing schemes"* ISO-Suiza indica que los ensayos interlaboratorios son útiles en las siguientes aplicaciones:

- Determinar el desempeño de distintos laboratorios para los casos de ensayos o medidas específicos y monitorear el desempeño continuo de éstos (ensayos de aptitud).
- Identificar problemas e iniciar acciones correctivas (que pueden estar relacionadas con el desempeño individual del personal o la calibración de instrumentos).
- Establecer la efectividad y comparabilidad de nuevos métodos de ensayos o medidas y también monitorear métodos ya establecidos.
- Dar confianza suplementaria a los usuarios.
- Identificar diferencias entre laboratorios.
- Determinar las características de desempeño de un método.
- Asignar valores a materiales de referencia y aconsejar sobre la conveniencia de su uso en un procedimiento específico de ensayo o medida.

En un Programa Interlaboratorios son de primordial importancia los cálculos estadísticos de desempeño, los cuales se realizan con el fin de ayudar a la interpretación de los resultados de forma de permitir la comparación una vez fijados los objetivos. Principalmente, se trata de medir la desviación del valor asignado de forma de realizar la comparación en base a criterios de desempeño. Es fundamental que los valores indicados sean comprensibles para los participantes en el Programa. El valor asignado corresponde al valor de un material de referencia certificado (CRM) o a un valor promedio de los resultados estadísticamente determinados de los laboratorios participantes.

#### 4.1.2 MÉTODOS ANALÍTICOS DE COPS

Los métodos analíticos para COPS generalmente incluyen información del muestreo y almacenamiento y definen procedimientos para extraer, aislar, concentrar, separar, identificar y cuantificar los componentes en las muestras así como criterios de control de calidad e informan acerca de cómo realizar el informe de resultados. Existen metodologías analíticas para COPS desarrolladas en los últimos 30 o 40 años, sin embargo, el establecimiento de un laboratorio dedicado a la aplicación de estas metodologías con estándares internacionales son altamente costosas. Por otro lado, el análisis de algunos COPS, particularmente PCDD/Fs y PCBs planares necesitan espectrometría de masas de alta resolución y estándares analíticos con isótopos marcados.

Las actividades relativas a los métodos analíticos (Muir y Morita 2003) pueden resumirse de la siguiente manera:

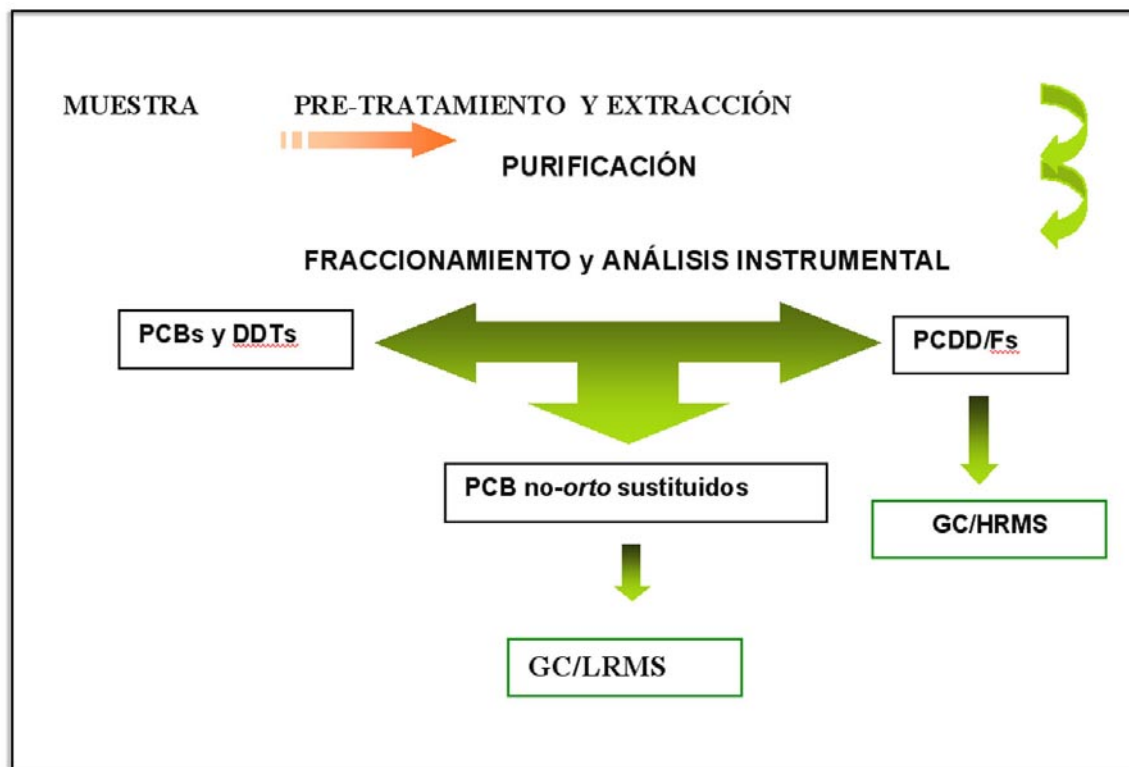
1. Muestreo
2. Manejo y almacenamiento de las muestras
3. Preparación de muestras
4. Técnicas de extracción
5. Determinación del contenido de lípidos
6. Aislamiento de analitos desde co-extracción con:
  - Columnas de limpieza de adsorción
  - Columnas de exclusión por tamaño
  - Destrucción de lípidos
  - Remoción de sulfuros
  - Etapas de evaporación
  - Preparación de análisis por GC
7. Extracción y aislamiento de PCDD/Fs y PCBs-COPLANARES

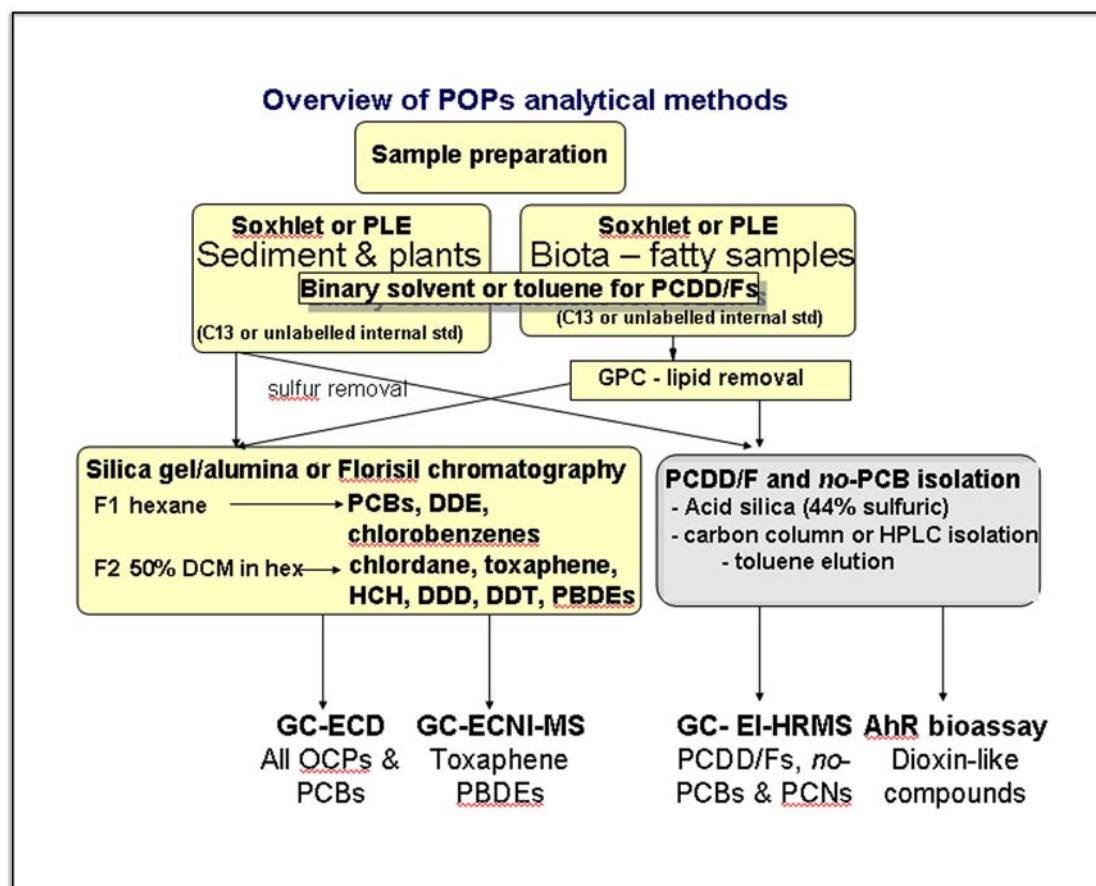
Las figuras 1 y 2 ilustran los procedimientos generales que conllevan el análisis de Contaminantes Orgánicos Persistentes





**FIGURA 1: PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS DE LOS CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES (MUIR & MORITA 2003).**



**FIGURA 2: ESQUEMA DE EXTRACCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES (MUIR & MORITA 2003)**

En la literatura científica internacional se han publicado numerosos métodos en los últimos 30 años que describen de manera específica como determinar PCBs y plaguicidas organoclorados en alimentos y matrices ambientales. Procedimientos estandarizados de laboratorios para análisis de COPs están disponibles en agencias tales como US EPA, NOAA (Status and Trends Program 1998), US FDA (Pesticide Analytical Manual 1999), ICES (Techniques in Marine Environmental Sciences; [www.ices.dk/env](http://www.ices.dk/env)), OSPAR (Joint Assessment and Monitoring Program; [www.ospar.org](http://www.ospar.org); OSPAR 2000), International organization for Standardization (<http://www.iso.org>), Association of Official Analytical Chemists International (Official methods for agricultural chemicals, contaminants and drugs, <http://www.aoac.org/>; AOAC 2003), Japan Environment Agency, and Gosstandard of the Russian Federation.

No todas estas fuentes entregan procedimientos estándares de operación para la totalidad de las matrices. Además, están disponibles numerosos libros y resúmenes de métodos, por ej. Keith (1996) resumió los métodos US EPA para PCBs, Plaguicidas y PCDD/Fs en sedimentos y materiales biológicos. Well y Hess (2000<sup>a,b</sup>) hicieron una revisión de métodos recomendados para la separación, aislamiento y recuperación de plaguicidas y PCBs de suelos, sedimentos y matrices biológicas. De Boer y Law (2003) proveen un resumen muy detallado de las metodologías actuales para el análisis de PCBs y Plaguicidas Organoclorados.

El taller UNEP COPs acerca del monitoreo global (UNEP,2003), indicó que dado el amplio rango de experiencias técnicas para el análisis de Plaguicidas Organoclorados y PCBs, que se evidencia en la gran participación en procesos de calibración interlaboratorios para dichos compuestos, ninguna metodología singular, detallada paso a paso, podría ser recomendada. Se aconseja que los laboratorios utilicen los métodos más adecuados a su situación y tomen parte en rondas de comparación interlaboratorios para verificar su trabajo, Este tipo de enfoque, también ha sido adoptado por la US EPA que ha iniciado esfuerzos para implementar un sistema basado en el desempeño para introducir flexibilidad en la conducción de programas de monitoreo ambiental. Este enfoque también estimula la innovación analítica permitiendo el uso de nuevos métodos demostrando que los criterios de desempeño predeterminados se cumplan (US EPA 1997)

### **Preparación y extracción de muestras:**

En general, se puede utilizar la liofilización como un medio de preparación de muestras en las diferentes matrices de interés, aunque ésta se recomienda en muestras de sedimentos y suelos. Usar material húmedo también puede evitar perdidas por volatilización. En lugar de liofilizar, las muestras pueden ser mezcladas con un desecante como sulfato de sodio o Celite para capturar agua, sin embargo, la forma de preparación de las muestras puede provocar variaciones de magnitud variable en los resultados analíticos como la detectada por Wells et al. (1997) que notó variaciones significativas en los resultados debido a la forma de preparación de muestras para el análisis de PCBs en bivalvos.

La Tabla 3 y 4 muestran una guía general para varias preparaciones/extracciones y pasos de aislación en análisis de PCBs y organoclorados. Comenzando con la preparación de muestras, lo básico es la extracción en un cuarto libre de contaminación.

**TABLA 3: TÉCNICAS DE EXTRACCIÓN UTILIZADAS PARA MUESTRAS SÓLIDAS  
(LOPEZ-ÁVILA 1999; WELLS AND HESS 2000a)**

<b>Técnica</b>	<b>Síntesis</b>	<b>Método de referencia</b>
Soxhlet Convencional	Muestra + mezcla desecante en envase de vidrio o papel, se lixivia con solvente condensado en caliente – 4-12 hrs. solventes e.g. dietil éter, DCM, hexano	EPA 3540(*)
Soxhlet Automatizado e.g. “Soxtec”	El envase de extracción se sumerge en solvente hirviendo (30-60 min). El solvente puede ser evaporado.	EPA 3541
Extracción con Fluídos Supercríticos (SFE)	Muestra (usualmente + desecante) puesta en una columna de alta presión donde se le pasa dióxido de carbono a 150-450 atm a una temp de 40-150°C. Después de disminuir la presión los analitos son colectados en una trampa de solvente	EPA 3560(**)-3562
Mezcla de alta velocidad	Útil para muestras de elevado contenido de agua como las plantas. Homogenizado de la muestra con acetona y NaCl	Specht et al. 1995; US FDA 1999
Extracción en Columna	Muestra (+desecante) puesta en una columna grande con un filtro y tapón. Se eluye con un gran volumen de solvente ej: hexano: DCM; hexano	Ribick et al. 1982
Extracción asistida por sonicación	La muestra en un vaso abierto o cerrado se sumerge en solvente y se calienta con radiación ultrasónica en un baño o con una sonda.	
Extracción asistida por microondas (MAE)	La muestra es sumergida en un vaso abierto o cerrado sumergido en solvente y calentado con energía de microondas.	EPA 3546
Extracción líquida presurizada (PLE)	Se pasa solvente (caliente y presurizado) a la muestra (usualmente+desecante) puesta en una columna de extracción se pone el solvente en in vial de extracción	EPA 3545

(\*) Método para compuestos no volátiles y semivolátiles, entre los cuales están involucrados los PCBs y Organoclorados.

(\*\*) Método general de extracción, aplicable a COPs.

**TABLA 4: RECOMENDACIONES PARA LA PREPARACIÓN EXTRACCIÓN Y LIMPIEZA DE LOS EXTRACTOS EN EL ANÁLISIS DE PCBs Y POCs**

Matriz Ambiental	Pasos Analíticos	Procedimientos Generales	EPA u otro método
Suelos y sedimentos	Preparación	Preparar en una sala libre de PCBs y Pesticidas. Evitar el secado al aire. Tamizaje en húmedo si es necesario para eliminar partículas grandes. Centrifugar el sedimento para remover el exceso de agua. Mezclar los suelos/sedimentos con desecantes como el $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Determinar separadamente la masa seca por secado en horno. Para los sedimentos se debe determinar el carbono orgánico total.	EPA 1668; ISO 2002
	QA	Un blanco, MCR de suelo cada 10 muestras; sobrecargar las muestras con estándares de recuperación. Limpiar el material de vidrio por calentamiento toda la noche a 200°C o mas.	
	Extracción	Soxhlet, PLE, Sonicación, o MAE - con acetona: hexano o DCM Evaporar el solvente – transferir a hexano. Remover azufre con cobre activado el caso de los sedimentos.	
	Clean up/ aislamiento	Elusiones en Alúmina, Silica o Florisil – fracciones no-polares (hexano) y polares (DCM: hexano o equivalente)	
Plantas	Preparación	Homogenizar utilizando una juguera. La criohomogenización utilizando nitrógeno líquido o hielo seco puede ser útil. Mezclar con el desecante. Determinar en forma separada la masa seca por secado al horno.	EPA 1668; US FDA 1999
	QA	Igual que para el suelo. Use MCR si es posible	
	Extracción	Igual que para el suelo	
	Aislamiento/cleanup	Igual que para el suelo	
Peces y Mariscos	Preparación	Seleccionar el músculo o hígado dependiendo de la especie. Para moluscos y crustáceos se utilizan los tejidos blandos. Seleccione tejidos que no han estado en contacto con el detector. Homogenizar utilizando un mezclador. Criomezclas pueden ser útiles. Mezcle con agente desecante: Determinar en forma separada el contenido lipídico.	EPA 1668; US FDA 1999

Matriz Ambiental	Pasos Analíticos	Procedimientos Generales	EPA u otro método
	QA	Igual que para el suelo. Use MRC de peces o moluscos	
	Extracción	Soxhlet. Extracción líquida presurizada (PLE) o extracción en columna. Use acetona: hexano o diclorometano	
	Aislamiento/ cleanup	Remover los lípidos utilizando permeación en gel si es posible, o por lavados sucesivos del extracto con ácido sulfúrico. Seguir con fraccionamiento en columnas de Sílica o Florisil como se describen para el suelo	
Grasas de mamífero marino	Preparación	Seleccionar grasa que no ha estado en contacto con el contenedor de la muestra. Mezcle con un agente desecante. Determinar el forma separada el contenido lipídico.	Tanabe et al. 1987; Muir et al. 1988
	QA	Mismo que para el suelo. Use aceite de pescado o grasa de ballena como MCR	
	Aislamiento/ cleanup	Igual que para los extractos de pescado	
Aire (Alto volumen)	Extracción, QA y limpieza del extractos	Asumiendo que el aire es colectado en espumas de poliuretano o resinas XAD-2, pueden ser extraídas en un aparato Soxhlet o extractor líquido presurizado. Los pasos siguientes como para el suelo o los sedimentos	Fellin et al. 1996
Agua	Extracción	Extracción líquido-líquido o extracción en fase sólida (SPE) C18 para muestras pequeñas (<1L) s; XAD- 2 para muestras > 1L	EPA 508.1; 525.2 Achman et al. 1993
	QA y limpieza	Pre-carga de columnas XAD con sustitutos	
Sangre plasma	Extracción	Extraer el plasma sanguíneo con sulfato de amonio/ etanol/hexano (1:1:3) o extracción SPE Determinar el contenido de lípidos	Ayotte et al. 1997; Sandau et al. 2003
	QA	Igual al caso de los peces, use MCR	
	Aislamiento y Limpieza	Partición en ácido sulfúrico para remover los lípidos. Columna de sílica ácido/base para remoción adicional de los lípidos.	

Matriz Ambiental	Pasos Analíticos	Procedimientos Generales	EPA u otro método
Leche	Extracción	Partición líquido-líquido, con acetona: hexano o columnas de extracción C18 (SPE). Determinar el contenido lipídico	Burke et al. 2003; Focant et al. 2003
	QA	BCR SRM 284 & 533 leche en polvo	
	Aislamiento y limpieza	Igual que en el plasma	

MCR Material Certificado de Referencia  
DCM Dicloro Metano

### Técnicas de Extracción

Una muestra preparada apropiadamente puede ser extraída por alguno de los métodos indicados en la Tabla 4. El punto principal a considerar es permitir un tiempo de exposición adecuado del sistema de solvente en la matriz de la muestra y limitar las etapas de manipulación de la muestra i.e. evitar etapas de filtración usando Soxhlet, extracción usando columnas o sistemas semi-automatizados (e.g. extractores de líquidos presurizados, PLE). Se ha incrementado el uso de PLE en reemplazo de soxhlet pues realizan una extracción más pura y eficiente (Koester et al. 2003; Björklund et al. 2000), además PLE usa menos solvente que Soxhlet o una columna de elusión. Un método US EPA usando PLE para extracción de desechos sólidos está actualmente disponible (US EPA 1995b). Este método recomienda acetona-hexano (1:1, v/v) o acetona-diclorometano (DCM) para extracción de COPs desde desechos sólidos. Este sistema es uno de los más usados (Björklund et al. 2000).

El consumo de tiempo y solvente de la extracción por Soxhlet (o técnicas que involucren percolación de un solvente a través de la muestra) es generalmente debido a la lenta difusión y desorción de los analitos desde la matriz de la muestra. Compuestos semi volátiles como el naftaleno pueden sufrir pérdidas en sistemas Soxhlet por la vía de la volatilización (Guerin 1999). El uso de microondas, sonicación, fluidos supercríticos o temperatura y presión elevada (como PLE), incrementan la tasa de difusión y aumentan la velocidad de extracción (Lou et al. 1997; Lopez-Avila 1999; Koester et al. 2003) para COPs de sedimentos y suelos. Bajo presión la constante dieléctrica del vapor de agua puede ser manipulada facilitando la extracción de analitos no-polares o utilizado agua subcrítica (Ramos et al. 2002). El método Soxhlet es considerablemente más confiable que el ultrasonido, extracción en fase sólida (SFE), o métodos de agitación y es equivalente (pero no en velocidad) a PLE para un amplio rango de matrices ambientales (Wells and Hess 2000a).

### Determinación del contenido de lípidos

El contenido de lípidos en muestras biológicas debe ser determinado durante el análisis de COPs. Muchos estudios han determinado lípidos extractables totales mediante gravimetría por secado de la fracción del extracto de muestra a peso constante (Wells and Hess 2000a). Sin embargo, los resultados pueden variar ampliamente entre los laboratorios debido a las diferentes eficiencias de extracción de varias combinaciones de solvente y aparatos de extracción (Baily et al. 1994). El método de referencia para lípidos totales es el de Bligh y Dyer (1959). Una versión modificada de este método ha mejorado la

manipulación de las muestras así como su precisión (Lee et al. 1996). Smedes (1999) demostró que una mezcla propanol-ciclohexano-agua (8:10:11) era un efectivo sustituto para el solvente propuesto por Bligh y Dyer cloroformo:metanol:agua. El método Smedes arrojó resultados más consistentes para los lípidos extractables en tejido de pescado con bajo contenido de lípido (aprox. 1% de lípido). Muestras con menor fracción de lípido, como por ejemplo el plasma, son analizadas de mejor forma usando métodos colorimétricos como el de Frings et al. 1972.

### **Aislamiento de analitos desde co-extracción**

Hay dos aspectos para esta fase del análisis de COPs. Los analitos deben ser separados desde materiales no-volátiles que afectan el desempeño de las columnas CG como lo son los pigmentos, sulfuros inorgánicos y triglicéridos. También existe la necesidad de separar lo más posible los OCPs (Plaguicidas organoclorados) y PCBs previo al análisis GC para limitar los problemas de co-elusión.

### **Extracción y aislación de PCDD/Fs y no-PCBs**

La metodología analítica para PCDD/Fs y no orto-PCBs difiere del usado para rutina del ortho-PCBs y OCPs en que se requieren menores límites de detección (típicamente 10 a 100 veces menor) porque los límites de guía para niveles en productos alimenticios y el umbral para efectos toxicológicos en la vida silvestre se encuentran en el rango de ng/kg. Para lograr estos límites de detección para PCDD/Fs se usa dilución isotópica MS ( $^{13}\text{C}$ -surrogates para todos los grupos homólogos de PCDD/Fs), enriquecimiento en carbón o columnas de pyrenyl-sílica HPLC, para aislar compuestos planares, volúmenes finales muy pequeños (10-50  $\mu\text{L}$ ) para análisis de GC y espectrofotometría de masa de alta resolución para la cuantificación. La metodología para PCDD/Fs, se modifica ligeramente para incluir no orto-PCBs, desarrollado por US EPA (1998;1999) esta bien establecido y validado por numerosas comparaciones inter-laboratorio.

Los métodos analíticos de COPs (aldrin, dieldrin, etc) se resumen en el Anexo 2 “Métodos analíticos para los doce COPs”, indicando para cada compuesto el método de preparación, método analítico, recuperación y referencia de distintos tipo de muestras biológicas y medioambientales. Las referencias incluidas están reseñadas hasta el año 2002. Todas las referencias citadas se informan en el Anexo 3 “Referencias Métodos Analíticos para los Doce COPs.”

## **4.2 EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS LABORATORIOS EN CHILE QUE REALIZAN DETERMINACIÓN ANALÍTICA DE COPs**

En el Anexo 4, Lista General de Laboratorios, se indica el universo de laboratorios consultados. Esta nómina de laboratorios públicos, privados y de universidades, fueron evaluados de acuerdo a sus capacidades técnicas y analíticas, y también de acuerdo al interés que manifestaron estos laboratorios en analizar estos compuestos.

Como una forma de evaluar la aplicación de la encuesta inicialmente se encuestaron a laboratorios ubicados en la Octava Región. Luego de esta etapa preliminar, se continuó con laboratorios localizados en el sur del país, específicamente en la ciudad de Valdivia y posteriormente en laboratorios ubicados en Santiago y Valparaíso. En la Tabla 5 se muestran los laboratorios que realizan COPs y que contestaron la encuesta.



Del total de laboratorios encuestados (38), 16 indicaron ausencia de interés de realizar los análisis considerados en este estudio. En la Tabla 6 se muestran los laboratorios que respondieron la encuesta, que no realizan análisis de COPs o no manifestaron interés en hacerlos, con excepción del laboratorio de la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Católica de Temuco, que realizan muestreos ambientales y extracción de dichas muestras, pero no presentan la capacidad instrumental para analizarlos.

De los laboratorios contactados, un pequeño grupo (4), planteó problemas para responder la encuesta, incluso uno de ellos se abstuvo de responder por propiedad intelectual de sus métodos y políticas de privacidad de la información ante personas externas a la empresa. En la figura 3, se puede observar un resumen de los laboratorios encuestados, que realizan o no determinaciones analíticas de COPs

**TABLA 5: LABORATORIOS QUE REALIZAN ANÁLISIS DE COPs**

Laboratorio	Jefe de laboratorio	Dirección	Fono	Observaciones
UTFSM Departamento de Química, Laboratorio de Química Ambiental	Francisco Cereceda	Av. España 1680, Valparaíso	(32)654324	Francisco.cereceda@usm.cl
Servicio de Salud Viña del Mar	Virginia Montenegro	Calle 7 esquina 21 Norte, santa Inés Viña del Mar	(32) 781722 (32) 780587	labo@ssvq.cl
ISP	Ivan Triviño	Maratón 1000, Ñuñoa, Santiago	(2) 3507442 (2) 3507423	www.ispch.cl
SGS	Orquídea Rueda	Ignacio Valdivieso 2409, San Joaquín, Santiago	(2) 5550000	orquidea_rueda@sgs.com
SAG	Benigna Perez	Complejo Lo Aguirre Ruta 68 Km.22 s/n Pudahuel	(2) 3451801	benigna.perez@sag.gob.cl
Laboratorio Manuel Ruiz y CÍA. LTDA.	Manuel Ruiz	Santa Elena 1209 Santiago	(02) 5543645	mrui@mlab.cl
Universidad de Chile CEPEDEQ (Centro de Estudios para el Desarrollo de la Química)	Pablo Richter	Santa Rosa N° 11735, La Pintana. Stgo.	(2) 6782859	prichter@ciq.uchile.cl
CENMA	Ruben Verdugo	Av. Larraín 9975, La Reina, Santiago	(2)2994100 anexo 171	rverdugo@cenma.cl

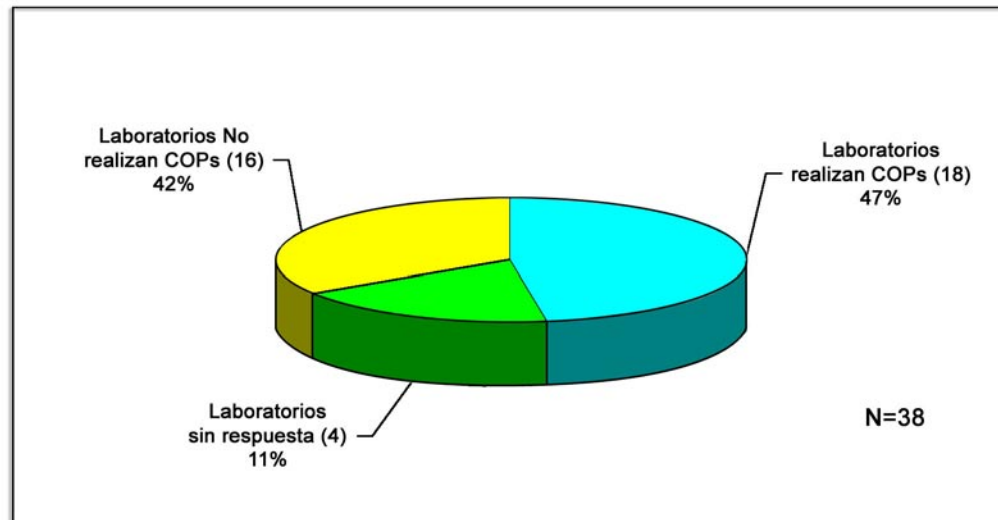
Laboratorio	Jefe de laboratorio	Dirección	Fono	Observaciones
MLE Laboratorios S.A.	Sandra Cáceres	Avda. Francisco Meneses 1980 Ñuñoa, Santiago	(2) 3500274 (2) 3500275	sandraquim71@hotmail.com
LAB SERVICE	Jorge Romero Meza	Santa Elena 2185, San Joaquín, Santiago	(2) 5549464	lab.service@netline.cl
Laboratorio de Toxicología Humana y Ambiental Universidad de Playa Ancha	Mario Morales	Av. Guillermo González de Hontaneda 855, Valparaíso	(32) 500273	mmorales@upa.cl
BRAVO ENERGY CHILE S. A.	Daniel Sepúlveda	Av. Las Industrias 12600, Maipú, Santiago	(2) 5350514	becsalab@bravoenergy.com
HIDRONOR Chile S.A	Hernán Jofré	Avenida Vizcaya 260 Pudahel Santiago	(2) 6409364	hjoFRE@hidronor.cl
Universidad de Concepción, Centro EULA	Hernán Cid	Barrio Universitario s/n, Concepción	(41) 203338	hcid@udec.cl
Universidad de Concepción Laboratorio de Productos Naturales	José Becerra	Barrio Universitario s/n, Concepción	(41) 204114	jbecerra@udec.cl
Universidad Austral de Chile Facultad de Ciencias Instituto de Química	Hernán Palma	Campus Isla Teja, Valdivia	(63) 221529	hpalma@uach.cl
Sevicio de Salud Maule	Jaime López	Oriente 1388, Talca	(71) 206770 (71) 206775	laboratorio@ssmaule.cl
SESMA	David Fuentes	San Diego 630 8° P, Santiago	(2) 3992781 (2) 3992783	dfuentes@sesma.cl

**TABLA 6: LABORATORIOS QUE NO REALIZAN ANÁLISIS DE COPs**

Laboratorio	Jefe de laboratorio	Dirección	Fono	Observaciones
Universidad Arturo Prat, Iquique	Rossana Leiton	Av. 11 de Sept. 2120, Iquique	(57) 394210	rossana.leiton@unap.cl
Universidad Católica del Norte	Carmen Carrasco	Av. Angamos 610, Antofagasta	(55) 355605	lsa@ucn.cl
Universidad La Serena	Héctor Maureira	Cisterna esquina Ancio Muñoz, La Serena	(51) 244274	Tienen cromatógrafo de gas pero lo ocupan para alcoholes y ácidos grasos
Universidad Técnica Federico Santa María (Servicios Analíticos)	Érika Valdes	Av. España 1680, Valparaíso	(32) 654322	No realizan COPs, no tienen capacidad técnica
BIOQUALITY LIMITADA	Mario Morales	Av. Carrascal 3277, Quinta Normal, Santiago	(2) 6821643	No realizan COPs, no tienen capacidad técnica
Universidad de Concepción Asistencia Técnica	Héctor Duran	Edmundo Larenas 1209, Barrio Universitario, Concepción	(41) 204109	No realizan COPs, no tienen capacidad técnica
AGRIQUEM AMÉRICA S.A.	Gabriela Cárdenas	Avda. del Valle 945 Of. 5613 Ciudad Empresarial Huechuraba, Stgo.	(2) 2484910	calidad@agriquem.cl
Universidad de Concepción Laboratorio de Recursos Renovables	Juanita Freer	Barrio Universitario s/n, Concepción	(41) 204601	jfreer@udec.cl
Universidad Católica de Temuco Escuela de Ciencias Ambientales	Francisco Encina	Montevideo 835, Temuco	(45) 205446	No tiene capacidad técnico-analítica, realiza extracción y muestreo, tiene interés
Universidad Austral de Chile Instituto de Medicina Preventiva Veterinaria. Facultad de Ciencias Veterinarias	Fernando Wittwer	Campus Isla Teja Edificio Federico Saelzer, 4° Nivel, Valdivia	(63) 221548	fwittwer@uat.cl

Laboratorio	Jefe de laboratorio	Dirección	Fono	Observaciones
Universidad la Frontera facultad de Ciencias Química - Temuco	Graciela Palma	Av. Francisco Salazar 1145, Temuco	(45) 325439	Tiene capacidad técnica pero falta de interés, ya que no existe demanda para esos análisis.
Universidad Austral de Chile (sede Pto. Montt)	Paula Andrade	Pelluco s/n, Puerto Montt	(65) 281786	Tienen cromatógrafo de gas pero lo ocupan para alcoholes y ácidos grasos
Centro de Servicios Externos, PUC	Mario Scotti	Av. Vicuña Mackenna 4860 San Joaquín	(2) 6864424	mscotti@puc.cl
Pontificia Universidad Católica de Chile Laboratorios de Servicios Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal	Manuel Araya	Av. Vicuña Mackenna 4860 San Joaquin	(2) 6864988	maaraya@puc.cl
Universidad de Chile Laboratorio de Farmacología Facultad Ciencias Veterinarias y Pecuarias	Bety San Martín	Santa Rosa N° 11735, La Pintana. Stgo.	(2) 6785580	
SSC	Carmen Niedmann	O`Higgins 297 Concepción	(41) 227733 (41) 201595	Cniedmann@ssconcepcion.cl

**FIGURA 3: RESULTADOS DE LOS LABORATORIOS CONSULTADOS**



#### 4.2.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LA ENCUESTA

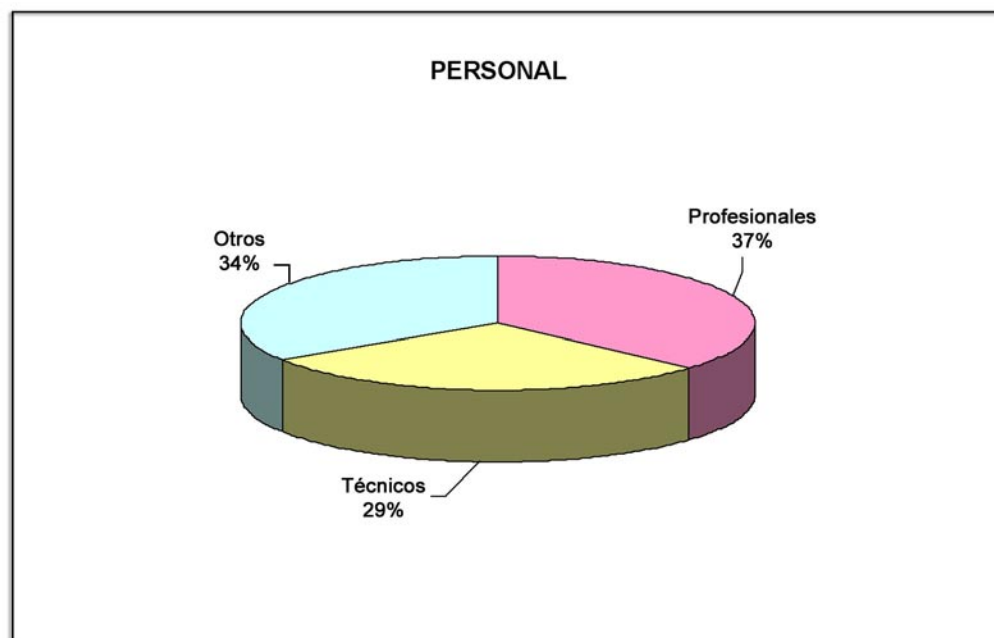
La Figura 4 muestra el porcentaje de profesionales, técnicos y no profesionales que laboran en los distintos laboratorios que realizan COPs (18). Se entendió por profesional aquel que posee un título universitario (estudios de 5 años o más) y por técnico al egresado de una universidad o instituto profesional (2 a 4 años de estudio). La denominación "otros", corresponde a secretarias, auxiliares, alumnos en práctica y alumnos tesistas.

No se hizo diferencia entre los profesionales que poseen un post-título, ya que en este ámbito, no todos los laboratorios entregaron esta información.

La gama de profesionales que integran los laboratorios encuestados es variada encontrando gran cantidad de Licenciados en Química, Bioquímicos y Químicos Farmacéuticos, como también ingenieros del área.

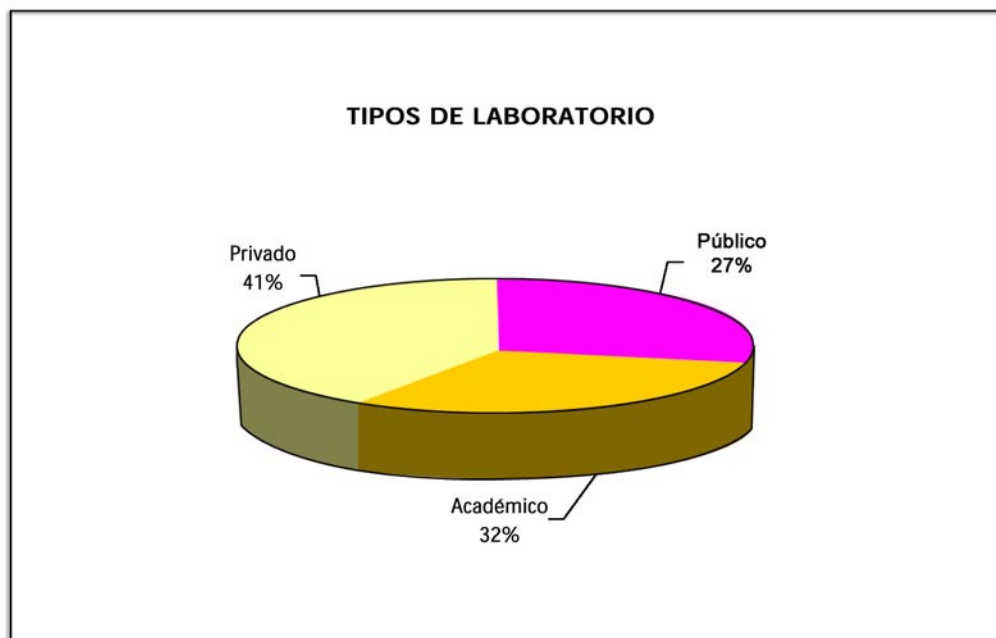
En cuanto a los técnicos, la distribución fue más uniforme, con un gran número de Analistas Químicos y Técnicos Químicos, la mayoría del Inacap.

**FIGURA 4: PROFESIONALES, TÉCNICOS Y NO PROFESIONALES QUE ELABORAN EN LOS DISTINTOS LABORATORIOS ENCUESTADOS QUE REALIZAN COPs (n=18).**



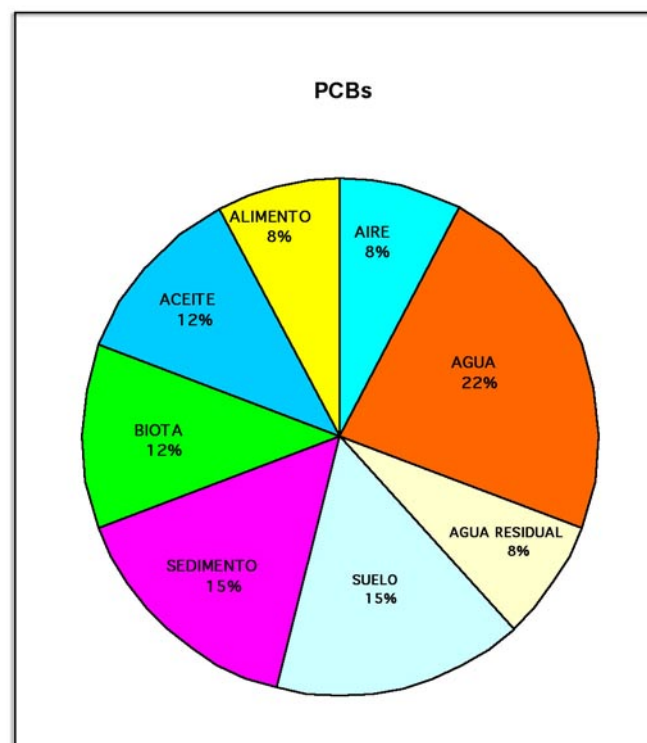
En la figura 5 se presenta el porcentaje de laboratorio de carácter privado, públicos y académicos que fueron consultados. La gran proporción de laboratorios privados y académicos en el mercado indica claramente que hay un beneficio económico y una demanda en el análisis de estas sustancias por parte de la empresa privada.

**FIGURA 5: LABORATORIOS PÚBLICOS, ACADÉMICOS Y PRIVADOS (n=18).**

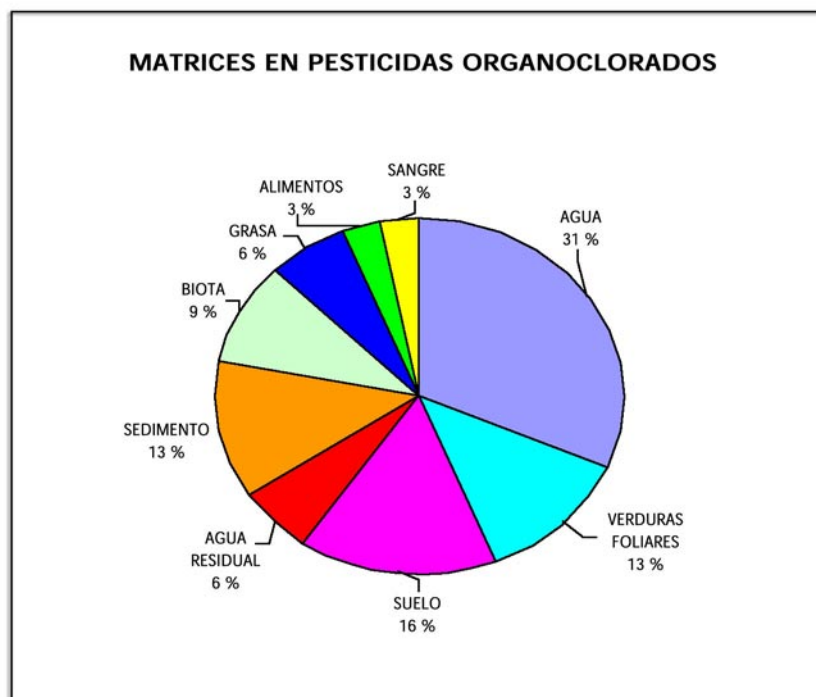


En las figuras 6 y 7 se observa el porcentaje de las distintas matrices ambientales que se analizan para PCBs y plaguicidas organoclorados, respectivamente. Se observa en ambos gráficos que la matriz agua (22% PCBs y 31% plaguicidas organoclorados) es la más frecuente dentro de los laboratorios que realizan COPs. . El análisis de PCBs en otras matrices ambientales tales como sedimento (15%), suelo (15%) y biota (12%) es mínimo y las matrices alimento, aguas residuales y aire son poco analizadas por los laboratorios encuestados (8% cada uno). Para los plaguicidas organoclorados, menos de una quinta parte de los laboratorios realiza análisis en suelo, sedimento y verduras foliares (16, 13 y 13% respectivamente), a pesar de que estas sustancias se aplican directa o indirectamente sobre ellas y relativamente pocos laboratorios realizan estudios en biota (9%), agua residual (6%) y alimento (3%). La gran diferencia con respecto al análisis de PCBs se encuentra en el análisis de matrices sangre (3%) y grasa (6%).

**FIGURA 6: MATRICES AMBIENTALES QUE SE ANALIZAN PARA PCBs**

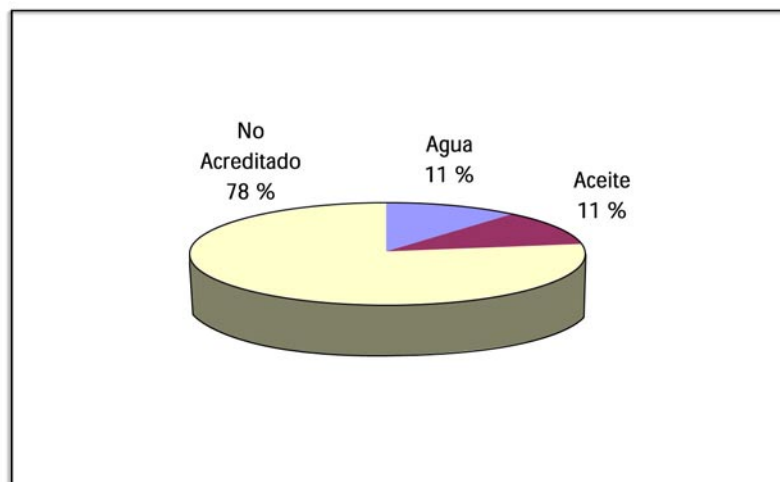




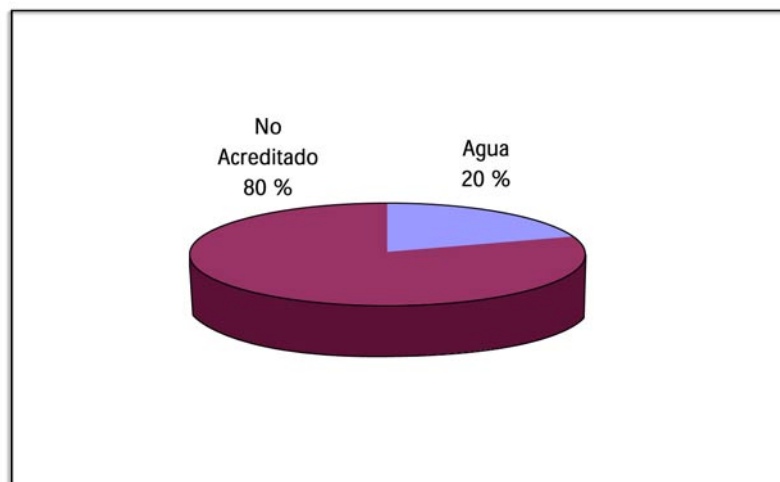
**FIGURA 7: MATRICES AMBIENTALES QUE SE ANALIZAN PARA PLAGUICIDAS ORGANOCLORADOS**

En las figuras 8 y 9 se muestran los porcentajes de análisis acreditados por INN para pesticidas organoclorados en la matriz agua (3 laboratorios) y PCBs en la matriz agua y aceites dieléctricos (4 laboratorios), respectivamente.

**FIGURA 8: ANÁLISIS ACREDITADOS EN DIFERENTES MATRICES PARA LOS PCBs**



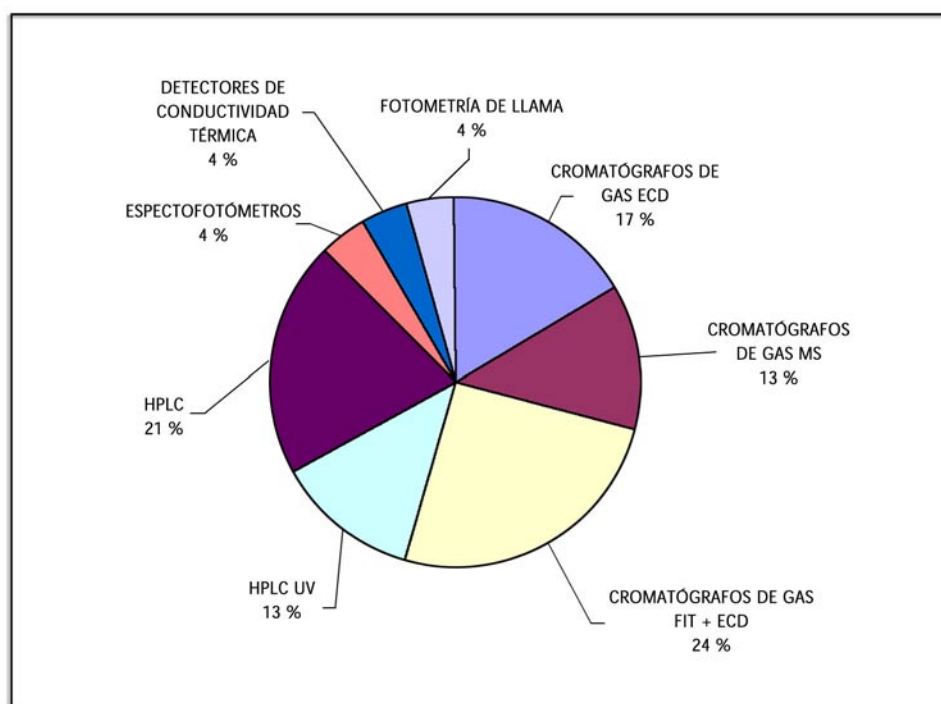
**FIGURA 9: ANÁLISIS ACREDITADOS EN DIFERENTES MATRICES PARA PESTICIDAS ORGANOCOLORADOS**



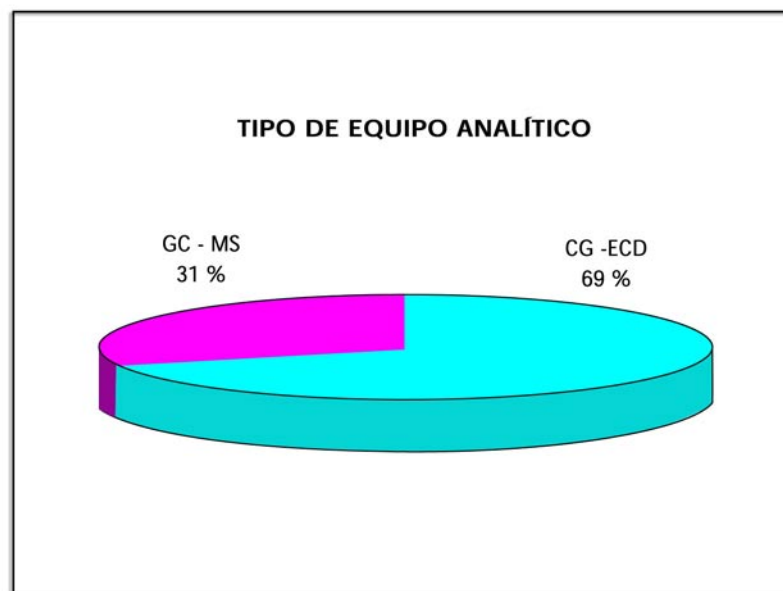
La Figura 10 señala el porcentaje de equipamiento analítico que presentan los diferentes laboratorios encuestados, y las Figuras 11 y 12, el porcentaje de laboratorios que presentan CG-ECD y GC-MS para su análisis y el año de antigüedad, respectivamente.

Un 54 % de los laboratorios poseen equipos necesarios para realizar los análisis de COPs (GC/ECD y GC/MS; Laboratorios Tipo I y Tipo II). De este grupo de equipos un poco más de un tercio posee equipos con MS (necesario para confirmación de analitos) y de todos estos equipos, más de la mitad (54%) tienen entre 4-7 años de antigüedad. Solo un 26% de estos equipos fueron adquiridos entre los años 2001-2004.

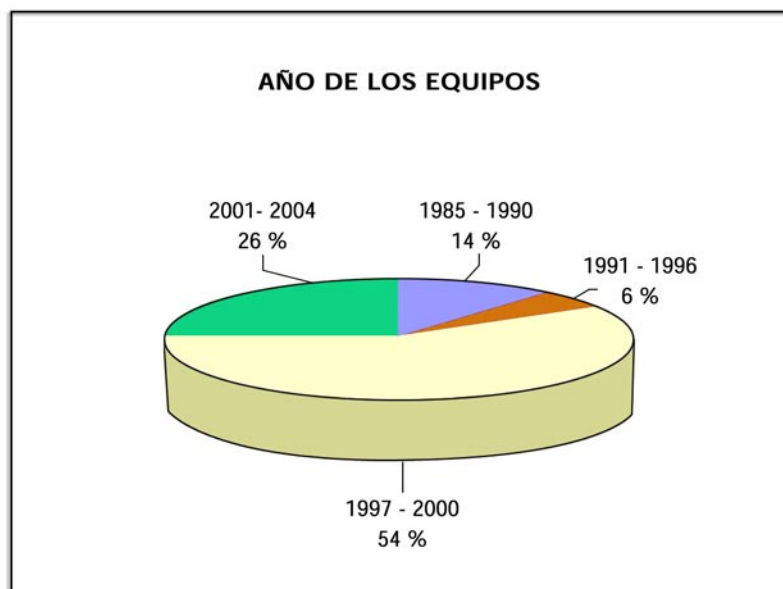
**FIGURA 10: EQUIPAMIENTO ANALÍTICO DE LOS DIFERENTES LABORATORIOS QUE REALIZAN COPs**



**FIGURA 11: LABORATORIOS QUE PRESENTAN CG-ECD Y GC-MS**



**FIGURA 12: ANTIGÜEDAD DE LOS EQUIPOS EMPLEADOS EN LOS DIFERENTES LABORATORIOS ENCUESTADOS**



Información detallada sobre características del sitio e información analítica se encuentra en el Anexo 5.

### 4.3 ANÁLISIS DE LOS COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN

Con la información obtenida de las encuestas realizadas a los laboratorios identificados en este estudio, se realizó un análisis comparativo entre la alternativa de mejorar y/o optimizar los laboratorios existentes y la alternativa de instalar uno o varios laboratorios nuevos.

#### 4.3.1. LABORATORIOS EXISTENTES

Se tabularon los datos de las encuestas considerando diferentes parámetros para clasificar a los laboratorios encuestados, tomando en cuenta las competencias para el análisis de COPs en diversas matrices ambientales.

##### 4.3.1.1 Equipamiento e infraestructura

###### a.- Tipo de Laboratorio

Este parámetro se definió de acuerdo a la clasificación establecida recientemente en un taller de discusión por UNEP (2003) y descrita en la Tabla 1. La escala de puntuación definida para este parámetro es la siguiente:

Tipo Laboratorio	Puntaje
1	24
2	12
3	6

Los antecedentes obtenidos permiten concluir que en Chile no existen laboratorios tipo 1 para el análisis de PCBs, Organoclorados y Dioxinas y Furanos. Sin embargo, el laboratorio CEPEDQ de la Universidad de Chile es el único laboratorio que en cuanto a equipamiento tiene cromatografos de Gas Masa de alta resolución (aun no instalados pero ya comprados) de características de laboratorio tipo 1, por lo cual fue calificado con el valor 24 en la Tabla 7.

En términos generales se puede concluir que existen capacidades potenciales, sin embargo éstas no se encuentran expresadas debido a que los laboratorios han tenido en su desarrollo diversos tipos de prioridades, en particular los laboratorios universitarios que soportan una demanda de análisis de COPs derivada casi exclusivamente de la actividad de investigación y desarrollo.

**b.- Equipamiento**

En este parámetro se consideraron el número de equipos analíticos (GC-MASA, GC-ECD) y sus características técnicas. La escala de puntuación del parámetro fue la siguiente:

- Los laboratorios que posean GC/ ECD, un valor de 1 multiplicado por los equipos (GC/ ECD) que posean
- Los laboratorios que posean GC/MS, un valor de 2 multiplicado por los equipos que posean

**c.- Año de fabricación**

Corresponde al año de fabricación de los equipos analíticos. En el área de análisis se utiliza como estándar una vida útil promedio de 10 años para este tipo de equipamiento, luego de la cual, éstos quedan obsoletos. A cada equipo disponible se le asignó un puntaje de acuerdo al año de fabricación y se obtuvo un promedio para todos los equipos del laboratorio en cuestión. La escala de puntuación de este parámetro fue la siguiente:

Año de fabricación	Puntaje
1985-1989	1
1990-1994	2
1995-1999	3
2000-2004	4

A cada uno de estos parámetros se le dio la siguiente ponderación para establecer un indicador global.

Parámetro	Ponderación
Tipo	30%
Equipamiento	40%
Año equipos	30%

La aplicación y los resultados de los criterios anteriormente mencionados se encuentran en la Tabla 7

**TABLA 7: CLASIFICACIÓN DE LOS LABORATORIOS SEGÚN EQUIPAMIENTO E INFRAESTRUCTURA**

Laboratorio	Tipo	Factor 30%	N° de equipos	Factor 40%	Año equipos	Factor 30%	Total
Lab.1	6	1,8	1	0,4	3	0,9	3,1
Lab.2	12	3,6	4	1,6	4	1,2	6,4
Lab.3	12	3,6	3	1,2	3,5	1,05	5,85
Lab.4	12	3,6	2	0,8	4	1,2	5,6
Lab.5	6	1,8	2	0,8	2,5	0,75	3,35
Lab.6	12	3,6	6	2,4	2	0,6	6,6
Lab.7	6	1,8	2	0,8	3	0,9	3,5
Lab.8	12	3,6	6	2,4	3	0,9	6,9
Lab.9	6	1,8	2	0,8	4	1,2	3,8
Lab.10	6	1,8	1	0,4	4	1,2	3,4
Lab.11	24	7,2	8	3,2	3,25	0,975	11,375
Lab.12	12	3,6	3	1,2	3,5	1,05	5,85
Lab.13	12	3,6	3	1,2	4	1,2	6
Lab.14	12	3,6	3	1,2	3	0,9	5,7
Lab.15	12	3,6	3	1,2	3,5	1,05	5,85
Lab.16	6	1,8	3	1,2	2,7	0,81	3,81
Lab.17	12	3,6	3	1,2	2,5	0,75	5,55
Lab.18	12	3,6	3	1,2	3,5	1,05	5,85

#### 4.3.1.2 Publicaciones

Se consideró la publicación de artículos especializados en revistas nacionales e internacionales, elaborados por personal permanente de los laboratorios encuestados. Si bien este parámetro resulta ser exigente para los laboratorios privados, fue incorporado tomando en consideración, que la firma de los Tratados Internacionales está paulatinamente obligando a incorporar parámetros como éste, para reconocer y comparar las capacidades analíticas de las instituciones que participan en este contexto y que son las que miden el cumplimiento de las normas establecidas (a través de la medición de la presencia de COPs).

Para establecer este parámetro, se definió la siguiente escala de puntuación:

N° de publicaciones	Puntaje
Con publicaciones	4
Sin publicaciones	1

**TABLA 8: CLASIFICACIÓN DE LOS LABORATORIOS SEGÚN PUBLICACIONES**

	Puntaje
Lab.1	4
Lab.2	4
Lab.3	1
Lab.4	1
Lab.5	1
Lab.6	4
Lab.7	1
Lab.8	1
Lab.9	1
Lab.10	1
Lab.11	4
Lab.12	1
Lab.13	1
Lab.14	1
Lab.15	1
Lab.16	4
Lab.17	4
Lab.18	4

#### 4.3.1.3 Personal y Experiencia

Para cuantificar este parámetro se consideró la relación existente entre el número de profesionales universitarios y técnicos de cada laboratorio y sus años promedio de experiencia.



**TABLA 9: CLASIFICACIÓN DE LOS LABORATORIOS SEGÚN PERSONAL Y EXPERIENCIA**

LABORATORIO	RRHH				
	Relación Univ/tec	Factor 50%	Experiencia del equipo (años)*	Factor 50%	Total
Lab.1	1	0,50	2,3	1,17	1,67
Lab.2	8	4,00	2,2	1,1	5,10
Lab.3	0,5	0,25	2,7	1,33	1,58
Lab.4	2	1,00	4,7	2,33	3,33
Lab.5	0,38	0,19	1,6	0,8	0,99
Lab.6	1	0,50	1	0,5	1,00
Lab.7	0,67	0,33	3,3	1,67	2,00
Lab.8	1,40	0,70		0	0,70
Lab.9	0,83	0,42	2	1	1,42
Lab.10	0,50	0,25	2	1	1,25
Lab.11	4,5	2,25	2	1	3,25
Lab.12	3	1,5	2	1	2,50
Lab.13	0,5	0,25	2	1	1,25
Lab.14	0,50	0,25	3,3	1,67	1,92
Lab.15	2	1,00	1	0,5	1,5
Lab.16	0,2	0,10	3	1,5	1,60
Lab.17	6	3,00	2	1	4,00
Lab.18	2	1,00	1,8	0,88	1,88

\* A cada integrante del equipo de trabajo se le asignó el siguiente puntaje asociado a los años de experiencia:

Años	Puntos
0 - 5	1
6 - 10	2
11 - 15	4
16 - 20	8
21 - 25	10

Posteriormente, se promedió el puntaje total alcanzado por el equipo dividido por el número de integrantes.

#### 4.3.1.4 Matrices de Organoclorados y PCBs

En este aspecto se tomó en consideración la cantidad de matrices para el análisis de organoclorados y PCBs que realiza cada laboratorio, respecto de la cantidad de laboratorios que realiza cada una de las matrices. Con la suma de cada una de las comparaciones posibles (por cada matriz), se elaboró el puntaje.

De esta forma, tanto para las matrices de organoclorados como para las de PCBs, el puntaje recoge la diversidad de matrices que se pueden analizar y la “disponibilidad” de esa matriz en los otros laboratorios existentes, premiando a los laboratorios que realizan más matrices y a su vez castigando aquellas matrices que son realizadas por muchos laboratorios.

**TABLA 10: CLASIFICACIÓN DE LOS LABORATORIOS SEGÚN MATRICES**

Laboratorio	Matrices				
	PCBs (puntaje)	Factor 50%	Organoclorados (puntaje)	Factor 50%	Total
Lab.1		0	7	3,5	3,5
Lab.2	20	10	4	2	12
Lab.3	25	12,5	22	11	23,5
Lab.4		0	15	7,5	7,5
Lab.5	27	13,5	11	5,5	19
Lab.6	12	6	30	15	21
Lab.7	8	4	5	2,5	6,5
Lab.8	17	8,5	7	3,5	12
Lab.9	14	7	1	0,5	7,5
Lab.10		0	6	3	3
Lab.11	12	6	5	2,5	8,5
Lab.12	11	5,5	9	4,5	10
Lab.13	8	4		0	4
Lab.14	4	2		0	2
Lab.16	29	14,5	26	13	27,5
Lab.17		0	13	6,5	6,5
Lab.18		0	1	0,5	0,5

#### 4.3.1.5 Clasificación general de los laboratorios existentes

Con los cuatro indicadores descritos anteriormente y con la ponderación que se indica en la Tabla 11, se elaboró una clasificación general de laboratorios que constataron la encuesta:

**TABLA 11: CLASIFICACIÓN GENERAL DE LOS LABORATORIOS EXISTENTES**

Laboratorio	Equipamiento	factor 40%	Publicaciones	factor 10%	matrices	factor 20%	RRHH	factor 30%	Total
Lab.1	3,1	1,24	4	0,4	3,5	0,7	1,67	0,5	2,8
Lab.2	6,4	2,56	4	0,4	12	2,4	5,10	1,5	6,9
Lab.3	5,85	2,34	1	0,1	23,5	4,7	1,58	0,5	7,6
Lab.4	5,6	2,24	1	0,1	7,5	1,5	3,33	1,10	4,8
Lab.5	3,35	1,34	1	0,1	19	3,8	0,99	0,3	5,5
Lab.6	6,6	2,64	1	0,1	21	4,2	1,00	0,3	7,5
Lab.7	3,5	1,4	4	0,4	6,5	1,3	2,00	0,8	3,4
Lab.8	6,9	2,76	1	0,1	12	2,4	0,70	0,2	5,5
Lab.9	3,8	1,52	1	0,1	7,5	1,5	1,42	0,4	3,5
Lab.10	3,4	1,36	1	0,1	3	0,6	1,25	0,4	2,4
Lab.11	11,375	4,55	4	0,4	8,5	1,7	3,25	1,0	7,6
Lab.12	5,85	2,34	1	0,1	10	2	2,50	0,8	5,2
Lab.13	6	2,4	1	0,1	4	0,8	1,25	0,4	3,7
Lab.14	5,7	2,28	1	0,1	2	0,4	1,92	0,6	3,4
Lab.15	5,85	2,34	1	0,1			1,50	0,5	2,9
Lab.16	3,81	1,524	4	0,4	27,5	5,5	1,60	0,5	7,9
Lab.17	5,55	2,22	4	0,4	6,5	1,3	4,00	1,2	5,1
Lab.18	5,85	2,34	4	0,4	0,5	0,1	1,88	0,6	3,4

Posteriormente, se realizó un chequeo de los laboratorios que obtuvieron los mejores puntajes para asegurar que todas las matrices estuvieran cubiertas. En este chequeo se advirtió que no estaban cubiertas todas las matrices por lo que se decidió incorporar a los laboratorios 4 y 8. Los resultados se muestran en el Tabla 12.

**TABLA 12: COBERTURA POR MATRIZ / LABORATORIO SELECCIONADO (8)**

<b>Laboratorio / Órganoclorado</b>	<b>Agua Resid.</b>	<b>Suelo</b>	<b>Verd/foliar</b>	<b>Sangre</b>	<b>Agua</b>	<b>Sedimen</b>	<b>Biota</b>	<b>Grasa</b>	<b>Alimentos</b>
Lab.3									
Lab.4									
Lab.6									
Lab.11									
Lab.16									
<b>Laboratorio / PCBs</b>	<b>Agua Resid.</b>	<b>Suelo</b>	<b>Mat. Particulado</b>	<b>Agua</b>	<b>Aire</b>	<b>Sedimen</b>	<b>Biota</b>	<b>Aceite</b>	<b>Alimentos</b>
Lab.2									
Lab.3									
Lab.6									
Lab.8									
Lab.11									
Lab.5									
Lab.16									

#### 4.3.1.6 Requerimientos y costos de la nivelación de los laboratorios

Para la determinación de los requerimientos de cada laboratorio seleccionado, con el fin de nivelarlos al tipo 2, según Tabla N°1, se tomaron en consideración los siguientes aspectos y necesidades:

- **Personal:** Incorporación de personal profesional o técnico a la planta de los laboratorios seleccionados, considerando una creciente demanda de los servicios analíticos.
- **Capacitación del personal:** Necesidades de entrenamiento de personal nuevo o antiguo de los laboratorios seleccionados.
- **Equipamiento:** Mejoramiento de los equipos que actualmente están operando en los laboratorios en cuestión, basándose en la antigüedad de ellos, la creciente demanda de servicios analíticos y la clasificación por tipo de laboratorio.
- **Infraestructura:** Disposición de los equipos, los metros cuadrados dispuestos para el laboratorio y los servicios adicionales necesarios para un óptimo funcionamiento.
- **Acreditación:** Si bien es cierto, el INN no tiene disponible la acreditación de todos los análisis por matrices involucrados, es posible acreditar los laboratorios en su gestión de calidad.

**TABLA 13: REQUERIMIENTOS POR LABORATORIO SELECCIONADO**

	Personal	Capacitación	Equipamiento	Infraestructura	Acreditación
Lab.3	-----	-----	-----	-----	Biota, agua residual en PCB
Lab.4	-----	2 personas	GC-ECD, 2 Autosampler, 2 PCs con Internet	Grupo electrógeno	Vegetales, agua, grasa
Lab.6		2 personas	2 GC- ECD con autosampler	Grupo electrógeno, reordenamiento del Laboratorio	suelo, sangre, grasa alimento, agua
Lab.16	1 Técnico universitario	2 personas	GC/Masa con autosampler		suelo, sedimento, biota y ril
Lab. 2	3 Técnicos universitarios	2 personas	5 PCs con Internet	100 m <sup>2</sup>	suelo, aire, material particulado
Lab.5	1 Técnico universitarios	2 personas	GC/Masa, 1 autosampler	50 m <sup>2</sup> , aire acondicionado, grupo electrógeno	Alimento, biota, aceite
Lab.11		1 persona	GC- ECD con autosampler	45 m <sup>2</sup>	Suelo y grasa
Lab.8		2 personas	GC-Masa, GC-ECD, 2 autosampler	grupo electrógeno	Agua, sedimento y aire

Basado en los requerimientos por laboratorio expresados en la Tabla 13, se estiman los costos del upgrade para cada laboratorio seleccionado.

**TABLA 14: INVERSIÓN ESTIMADA PARA EL UPGRADE DE LOS LABORATORIOS SELECCIONADOS**

	Costos (M\$)			
	Equipamiento	Infraestructura	Acreditación	Total
Lab. 3			3.856	3.856
Lab.4	48.801	14.000	3.856	66.657
Lab.6	74.906	19.000	3.856	97.762
Lab.16	93.193		3.856	97.049
Lab.2	3.500	25.500	3.856	32.856
Lab.11	37.453	11.475	3.856	52.784
Lab.5	93.193	27.150	3.856	124.199
Lab.8	130.646	14.000	3.856	148.502
				623.666

Esta tabla fue elaborada teniendo cuenta los siguientes precios unitarios:

	Precio (\$)
GC-ECD	27.504.750
GC-Masa	83.244.966
Autosampler	9.948.230
PC	700.000
Grupo electrógeno	14.000.000
Aire acondicionado	400.000
m <sup>2</sup> de construcción según especificaciones	255.000

Se debe adicionar a estos costos de inversión un aumento en los costos de operación de \$21 millones, considerando el aumento en el personal calificado, y \$15 millones por los primeros tres años para la capacitación del personal que actualmente está trabajando, necesarios para abordar los nuevos requerimientos de la demanda futura de análisis de COPs.

### 4.3.2 NUEVO LABORATORIO COPs

Para la construcción de un laboratorio de COPs se consideraron los requerimientos de un laboratorio tipo 1, que incorpore el análisis de dioxinas y furanos, a diferencia de la estrategia de mejoramiento de los laboratorios existentes que cubre los análisis de todos los compuestos excepto dioxinas y furanos.

Un laboratorio especializado en el análisis de COPs tiene algunos componentes comunes al diseño de un laboratorio de química estándar, pero debe incorporar elementos de seguridad y manejo de residuos los cuales incluyen entre otros la construcción y administración de una cámara incineradora especial para este tipo de compuestos orgánicos.

#### 4.3.2.1. Consideraciones generales del diseño

##### 4.3.2.1.1 Localización del Laboratorio de COPs

La localización de un laboratorio de COPs está determinada por la necesidad de instalarse en sitio autorizado para la incineración de compuestos orgánicos. Idealmente dado que en estas instalaciones se concentrarán los servicios analíticos de COPs, esta nueva infraestructura debiera situarse en la Región Metropolitana.

##### 4.3.2.1.2 Número y tamaño de las secciones del Laboratorio

De acuerdo a los requerimientos, debieran haber tres secciones en un laboratorio COPs, con las características siguientes:

- a) **Sección Servicios:** hall (24,5 m<sup>2</sup>), baños (19 m<sup>2</sup>), bodega de reactivos (10 m<sup>2</sup>), sala refrigeradores (12 m<sup>2</sup>), sala exterior de incineración de desechos químicos (12 m<sup>2</sup>).
- b) **Sección Oficinas:** oficina jefe laboratorio (12 m<sup>2</sup>), oficina reuniones (12 m<sup>2</sup>), sala computación y biblioteca (12 m<sup>2</sup>).
- c) **Sección Laboratorio:** sala balanzas (13,75 m<sup>2</sup>), sala extracción (30 m<sup>2</sup>), sala recepción de muestras (16,5 m<sup>2</sup>), sala equipos GC (30 m<sup>2</sup>), sala presión negativa (13,75 m<sup>2</sup>), sala de lavados (13,75 m<sup>2</sup>)

#### 4.3.2.1.3 Diseño del Laboratorio (Ver Anexo 6)

##### 4.3.2.1.4 Especificaciones de la construcción

El diseño corresponde a la construcción de un edificio en albañilería de ladrillo y estructuras en hormigón armado. Su superficie abarca aproximadamente 240 m<sup>2</sup>, en un solo nivel.

El proyecto ha considerado las siguientes especificaciones técnicas básicas para su desarrollo:

- Pavimentos terminados con cerámicas para piso, siendo estas lo más antideslizantes posible, exceptuando las dependencias destinadas a oficina de jefe de laboratorio y oficina de reuniones, las cuales llevarán alfombra bouclé de un espesor mínimo de 8 mm.
- Muros interiores y exteriores estucados a grano perdido para posteriormente aplicar pintura, según las normas de existentes.
- Ventanas en aluminio anodizado color café moro con vidrio triple y puertas interiores de terciado con bastidor en pino y marco de estructura metálica.
- Puertas exteriores, principal y de servicio, de aluminio con vidrios de un espesor mínimo de 5 mm.
- Construcción de dos baños, hombres y mujeres, que contendrán dos lavamanos y dos WC cada uno. En el baño de hombres se verá la posibilidad de contar con dos urinarios. Además, se deberá contar con dos secadores de mano, uno para cada uno. La grifería deberá ser de primera calidad, recomendándose marca FAS.
- El cielo revestido con planchas de yeso/cartón sostenido con un entramado de piezas de pino de escuadría por definir. La estructura de techo se diseñará con cerchas de escuadría y distanciamiento aún por proyectar y la cubierta será con material por definir, pudiendo ser planchas de zincalum, espesor mínimo 0.5 mm.; planchas de fibrocemento, gran onda; planchas de teja asfáltica, etc.

Para establecer el Laboratorio COPs, se requiere además los estudios de suelos y los permisos correspondientes a las normativas que regulan esta actividad.

En la Tabla 15 se aprecian los costos aproximados de la construcción de un laboratorio nuevo.

**TABLA 15: INVERSIÓN LABORATORIO COPs**

Infraestructura	Precio (\$)
Terreno (800 m <sup>2</sup> ) (3UF/m <sup>2</sup> )	41.000.000
Estudios de suelo y preparación de suelos	10.000.000
Edificio (240 m <sup>2</sup> ), incluye redes de suministros	61.200.000
Cámara Combustión Dioxinas/Furanos (12 m <sup>2</sup> )	10.000.000
Acreditación (Lab. y 18 matrices)	11.400.000
<b>Total</b>	<b>133.600.000</b>

#### 4.3.2.2 Redes de Suministros

Se ha considerado la habilitación de todas las redes de suministros necesarias para el funcionamiento del laboratorio, gas, agua y drenaje y electricidad. Para el caso de la red eléctrica, es indispensable contar con un grupo electrógeno.

#### 4.3.2.3 Ventilación

El laboratorio debe disponer de una adecuada ventilación, especialmente en las áreas de lavado y preparación de muestras. En lo que respecta a las campanas, éstas deben disponerse en todas las áreas designadas para la preparación de muestras.

#### 4.3.2.4 Seguridad

Se deben considerar espacios de circulación amplios y puertas de escape que permitan una evacuación expedita. Además de una ventilación apropiada en todas las salas del laboratorio.

Particularmente, se debe incorporar una ducha de ojos de emergencia, apagado eléctrico de emergencia, protección contra fuego, una adecuada eliminación de desechos y planes de seguridad conocidos por todo el personal.



## 4.3.2.5 Equipamiento y Amoblado de Salas y Oficinas

TABLA 16: EQUIPAMIENTO LABORATORIO COPs

Item	Precio (\$)
<b>Hall de recepción</b>	
Dos sillones de dos cuerpos	450.000
Una mesa de centro	120.000
Un revistero	30.000
Una máquina dispensadora (agua, café)	480.000
<b>Oficina Jefe de laboratorio</b>	
Un computador e impresora	750.000
Un escritorio	140.000
Tres sillas	120.000
Un estante	120.000
<b>Sala de reuniones</b>	
Mesa 10 personas	250.000
Diez sillas	400.000
Un estante	120.000
Proyector	2.000.000
<b>Sala de Computación y Biblioteca</b>	
Tres escritorios	420.000
Seis sillas	240.000
Tres computadores y una impresora	2.150.000
Un estante	120.000
<b>Sala de refrigeradores</b>	
Dos freezers verticales	560.000
Dos freezers horizontales	600.000
<b>Sala Almacén de reactivos</b>	
Anaqueles de fierro cubriendo la pared	600.000
<b>Sala Recepción de muestras</b>	
Un computador y una impresora	750.000
Un escritorio	140.000
Dos sillas	80.000
Un kardex	110.000
<b>Sala Lavados</b>	
Equipo purificador de agua	4.400.000
Equipo Millipore	4.850.000
Anaqueles	600.000

Item	Precio (\$)
<b>Sala Balanzas</b>	
Tres balanzas técnicas	1.275.000
Tres balanzas analíticas	3.600.000
Seis desecadores de vidrio	877.000
Tres sillas	120.000
<b>Sala GC</b>	
Dos cromatógrafos de gas con detector de captura de electrones, con autosampler	74.900.000
2 Cromatógrafos de gas con detector de masa, con autosampler	186.400.000
Cuatro sillas	160.000
Repisas	160.000
Muebles para colocar los equipos	450.000
<b>Sala Extracción</b>	
Tres campanas de extracción	12.816.000
Tres multimantas calefactoras	1.550.000
Tres mantas calefactoras	1.100.000
Tres rotavapor	7.340.000
Tres estufas de secado	5.155.000
Ducha de emergencia	670.000
Ducha de ojos	274.000
lío filizador	19.200.000
Ocho sillas	240.000
Muebles con cubierta cerámica	600.000
<b>Sala limpia</b>	
Campana de extracción	4.272.000
Filtros, puertas, muebles	12.000.000
<b>Cámara Combustión Dioxinas/Furanos</b>	
Incinerador	50.000.000
<b>General</b>	
Grupo electrógeno	14.000.000
Aire acondicionado (4 unidades)	1.600.000
	<b>419.359.000</b>

Los gases, materiales de referencia, estándares, solventes etc., son considerados como parte del costo de operación.

#### 4.3.2.6 Especificaciones de la cámara de combustión para dioxinas y furanos

Uno de los procedimientos utilizados para eliminar los residuos de dioxinas y furanos producidos por los laboratorios de análisis es la incineración pirolítica, también denominada incineración o incineración de doble cámara. Las principales características de los incineradores pirolíticos comprenden una cámara pirolítica y una cámara de post-combustión.

En la cámara pirolítica, los desechos son térmicamente destruidos mediante un procedimiento de combustión deficiente de oxígeno a temperatura media (800-900°C), produciendo cenizas sólidas y gases. Esta cámara incluye una fuente de combustible utilizado para iniciar el proceso. Los desechos son introducidos en envases o contenedores apropiados.

Los gases producidos en esta cámara son quemados a elevadas temperaturas (900-1200°C) mediante un combustible quemador en la cámara de postcombustión, utilizando un exceso de aire para minimizar los humos y olores

#### 4.3.2.7 Personal

Para su operación, se requiere contar con el siguiente personal:

- Un Jefe de Laboratorio
- 3 Químicos Analistas (1 Supervisor de calidad)
- 1 Técnico Universitario.
- Un Auxiliar de Laboratorio
- Una Secretaria
- Un Administrador
- Un Estafeta

Los perfiles profesionales requeridos para el funcionamiento del laboratorio son los siguientes:

**Jefe de Laboratorio:** Doctorado en Química con 10 años de experiencia comprobable en análisis de muestras de COPs en diferentes matrices en el ámbito de la investigación y la industria. Experiencia en validación de métodos analíticos cromatográficos y análisis quimiométricos.

**Supervisor de Calidad:** Químico Analista con 10 años de experiencia en técnicas cromatográficas clásicas e instrumentales.

**Químicos Analistas:** 3 años de experiencia en técnicas de análisis cromatográficos.

**Técnico Universitario:** Deseable experiencia con trabajo en terreno.

#### 4.3.3 COSTOS MEJORAMIENTO LABORATORIOS EXISTENTES VERSUS INSTALACION DE UNO NUEVO

En la Tabla 17 se incluye un resumen de los costos de equipamiento e infraestructura involucrados en cada una de las alternativas analizadas.

**TABLA 17: INVERSIONES ESTIMADAS DE LAS DOS ALTERNATIVAS**

	Mejoramiento de Labs existentes	Nuevo Lab COPs
Terreno habilitado para establecimiento	0	51.000.000
Infraestructura (incluye acreditación)	141.973.000	82.600.000
Equipamiento	481.692.000	419.359.000
<b>Total</b>	<b>623.665.000</b>	<b>552.959.000</b>

#### 4.4. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DE COPs EN CHILE.

##### 4.4.1 ALTERNATIVAS PARA EL ANÁLISIS COMPARATIVO

Con la información obtenida de las encuestas realizadas y el análisis efectuado sobre ella en 4.3, se considera que las alternativas para el análisis comparativo son:

- a) Mejorar los laboratorios existentes y seleccionados cubriendo el 100% de las matrices a considerar, excepto dioxinas y furanos, formen una red a través de un Laboratorio Virtual de COPs (LAVI-COPs).
- b) Establecer un laboratorio COPs que sea capaz de cubrir el 100% de las matrices a considerar con equipamiento de última generación, personal altamente calificado, con experiencia en análisis COPs y con una infraestructura diseñada específicamente para este fin, resguardando todas las medidas de seguridad y los estándares de calidad necesarios.

##### 4.4.2 CARACTERÍSTICAS DE CADA ALTERNATIVA

###### a) Mejoramiento laboratorios existentes

- **Localización:** La administración de la Red tiene su sede en Santiago con centros asociados localizados en la V y VIII regiones y en el Area Metropolitana.
- **Costos de Operación:** Incluye los costos actuales de operación de cada Laboratorio, que corresponden aprox. a un 50% del precio de venta del servicio. Además, se incorporan los costos de operación de la red, LAVICOPs.
- **Costos de Mantención:** los que actualmente tiene cada Laboratorio y que corresponden a un 15% del precio de venta del servicio.

###### b) Establecimiento de un laboratorio nuevo

- **Localización:** Por ser el único laboratorio COPs, éste se sitúa en algún sitio del Area Metropolitana.
- **Costos de Operación:** Incluye costos de materiales y reactivos, remuneraciones del personal y gastos generales (servicios básicos, gastos de administración) que corresponden aprox. a un 45% del precio de venta de los servicios.
- **Costos de Mantención:** Corresponden a un 15% del precio de venta del servicio.

Referente a los costos de administración estos se repiten en cada una de las dos alternativas, conformando una carga administrativa importante para la red LAVICOPs. Ver Tablas 23 y 24.

##### 4.4.3 CALENDARIOS DE INVERSIONES PARA CADA ALTERNATIVA

- a) Para la alternativa de mejoramiento de los laboratorios existentes, el calendario propuesto se basa en priorizar las mejoras más significativas para alcanzar en el menor tiempo posible el objetivo de contar con capacidades analíticas de buen nivel.

	Año 1	Año 2	Año 3	Total
Lab.3	x			3.856
Lab.4	x			66.657
Lab.6	x			97.762
Lab.16		x		97.049
Lab.2		x		32.856
Lab.5			x	52.784
Lab.11			x	124.199
Lab.8			x	148.502

- b) Para la alternativa de instalar un nuevo Laboratorio COPs, se ha considerado como adecuado, realizar la inversión completa en el primer año.

#### 4.4.4 PROYECCIÓN DE LA DEMANDA PARA CADA ALTERNATIVA

Se ha estimado que la demanda será la misma para cada alternativa, determinada casi exclusivamente, por la puesta en vigencia de las normativas que obligan a los productores chilenos de productos de exportación a realizar análisis de COPs.

**TABLA 18: DEMANDA ACTUAL POR ANALITO Y POR MATRIZ (\*)**

Analito	Matriz	Demanda actual	Precio Promedio (UF)
Pesticidas	Agua	472	3.23 (1.43-4.5)
	Suelo	620	3.58 (1.5-4.5)
	Grasa	160	3.52
	Vegetales	160	3.68 (1.83-4.5)
	Alimentos	160	4.00 (3.52-4.5)
	Sangre	150	3.52
	Sedimentos	250	4.20 (4-4.4)
PCB	Agua	272	3.85 (2.2-6)
	Aire (gaseoso)	90	6.00
	Aire (MP)	90	6.00
	Suelo	220	3.73 (2.2-4.5)
	Sedimentos	150	4.23 (2.5-6)
	Aceite	170	2.35 (2.2-2.5)
	Alimentos	150	4.00 (3.52-4.5)
	Biota	25	4.37 (4-4.6)

(\*) datos de 9 laboratorios, de un total de 27 entrevistados

Para realizar las proyecciones de demanda, se analizaron las matrices por cada analito, incorporando las consideraciones acerca de las normativas que afectan a cada uno de estos análisis.

- **Pesticidas Organoclorados/ PCBs – Agua:** La demanda por este análisis se verá fuertemente incrementada cuando entre en vigencia la Norma Secundaria de Calidad de Agua y en menor grado por el Reglamento Sanitario para el Manejo de Residuos Peligrosos. La primera norma, está actualmente en trámite, regulará las concentraciones de contaminantes de las aguas continentales superficiales según los usos que ésta se le otorgue, determinando niveles máximos permitidos. Sin embargo, en el largo plazo (2025), el convenio de Estocolmo establecerá la eliminación total de estos contaminantes. Para el horizonte de evaluación (10 años), se consideró una fiscalización más frecuente y una creciente preocupación de los sectores exportadores por controlar sus fuentes de contaminación, por lo que se estimó un aumento en tres veces las demandas de análisis de esta matriz.

- **Pesticidas Organoclorados/ PCBs – Suelo:** Las normativas vigentes son las que se muestran en la Tabla 19.

**TABLA 19: NORMATIVAS APLICABLES A LA DEMANDA DE ANÁLISIS DE COPs EN SUELO**

<b>Norma</b>	<b>Año</b>	<b>Repartición</b>	<b>Materia</b>
DFL 725	1967	MINSAL	Código Sanitario. (Artículos 90 a 93: de las sustancias tóxicas o peligrosas para la salud.)
DS N 105	1998	MINSAL	Reglamento de empresas aplicadoras de pesticidas de uso doméstico y sanitario.
Res. 1.899	1999	SAG	Establece obligación de declarar al Servicio Agrícola y Ganadero la existencia de plaguicidas caducados.
Res.3.670	1999	SAG	Establece normas para autorización de plaguicidas de uso agrícola.
Res. 3.671	1999	SAG	Establece muestreo y análisis de todos los plaguicidas de uso agrícola que se importen al país y de aquellos formulados en Chile, antes de su comercialización.
Res. 1.315	2000	SAG	Establece normas para ingreso de muestras de plaguicidas para ensayo o experimentación.
DFL 1	1989	MINSAL	Determina materias que requieren autorización sanitaria expresa. (Nº 22, 25, 26, 40 y 44: Instalaciones, obras y lugares destinados a la acumulación, tratamiento y disposición final de residuos).
DFL 1	1989	MINSAL	Determina materias que requieren autorización sanitaria expresa. (Nº 22: Funcionamiento de obras destinadas evacuación, tratamiento o disposición final de desagües, aguas servidas y riles.)
Nº 148	2003	MINSAL	Reglamento Sanitario para el Manejo de Residuos Peligrosos.
		En Estudio	Manejo de lodos no peligrosos provenientes de plantas de tratamiento de residuos líquidos.

Considerando la normativa vigente y, aquella que está siendo estudiada con el fin de cumplir los compromisos internacionales, se estima que la demanda para estos análisis se verá incrementada en 2,5 veces. Las razones de este aumento son una mayor fiscalización y un mayor interés de los productores/exportadores por cumplir con la normativa de los mercados internacionales, manteniendo así su competitividad.

- **Pesticidas Organoclorados – Grasas:** Considerando los Tratados de Libre Comercio firmados con Canadá, México, E.E.U.U, U.E., Corea del Sur y EFTA, y los que se encuentran en discusión con China y Japón, se estima que la demanda para estos análisis se verá incrementada en 1.5 veces. Las razones son una mayor fiscalización y el interés de los productores/exportadores por cumplir con la normativa de los mercados internacionales, que permitan mantener sus niveles de competitividad.

#### - Pesticidas Organoclorados – Vegetales:

Las normativas vigentes son las que se muestran en la siguiente Tabla 20.

**TABLA 20. NORMATIVAS APLICABLES A LA DEMANDA DE ANÁLISIS DE COPs EN VEGETALES**

Norma	Año	Repartición	Materia
DFL 725	1967	MINSAL	Código Sanitario. (Artículos 90 a 93: De las sustancias tóxicas o peligrosas para la salud.)
DS 105	1998	MINSAL	Reglamento de empresas aplicadoras de pesticidas de uso doméstico y sanitario.
Res. 1.899	1999	SAG	Establece obligación de declarar al Servicio Agrícola y Ganadero la existencia de plaguicidas caducados.
Res.3.670	1999	SAG	Establece normas para autorización de plaguicidas de uso agrícola.
Res. 3.671	1999	SAG	Establece muestreo y análisis de todos los plaguicidas de uso agrícola que se importen al país y de aquellos formulados en Chile, antes de su comercialización.
Res. 1.315	2000	SAG	Establece normas para ingreso de muestras de plaguicidas para ensayo o experimentación.

Considerando la normativa vigente y, la que está siendo estudiada con el fin de cumplir los compromisos internacionales, se estima que la demanda para estos análisis se verá incrementada en 2,5 veces.

El comportamiento de la demanda por esta matriz está íntimamente relacionada con la matriz de suelo ya que los principales demandantes de estos análisis son el sector exportador de productos agrícolas.

#### - Pesticidas Organoclorados/ PCBs – Alimentos:

El aumento de la demanda por esta matriz, en los sectores productivos, está asociado principalmente al uso de pesticidas organoclorados, que provocan problemas de salud humana con un alto impacto social, lo que provoca una mayor presión de la comunidad para el control y/o la eliminación de estos compuestos en los alimentos.

En relación a los PCBs en alimentos, su implicancia en la salud humana no es de conocimiento público por lo que existe menos presión sobre la regulación de ellos. Sin embargo, existen sectores productivos más afectados, por condiciones propias de sus materias primas, como son la industria del salmón, pollos, cerdos, aceite y harina de pescado. Se espera un alza significativa de la demanda de análisis de estos sectores para cumplir con las normas vigentes nacionales y, particularmente las internacionales, debido a las crecientes proyecciones de exportaciones de estos sectores y para lograr mayor competitividad en estos mercados.

Para efectos de evaluación, se considera un aumento de la demanda de 5 veces la actual.

**- Pesticidas Organoclorados – Sangre:**

El análisis en sangre es un buen parámetro para monitorear la presencia de estos compuestos en organismos vivos, no sólo en humanos sino también en animales, con la ventaja de no requerir la muerte del individuo. La demanda actual de esta matriz es con fines más bien de investigación. Se estima un aumento de 1.5 veces la demanda actual.

**- Pesticidas Organoclorados/ PCBs – Sedimentos:**

Actualmente los análisis en sedimentos se realizan principalmente con fines de investigación. Sin embargo, la normativa pesquera acuícola, ad portas de entrar plenamente en vigencia, establecerá la necesidad de monitoreos de los sedimentos de los centros de cultivo y áreas de manejo. Esto significará un aumento estimado de 2 veces la demanda actual.

**- PCBs – Aire/ Material Particulado:**

**TABLA 21: NORMATIVAS APLICABLES A LA DEMANDA DE ANÁLISIS DE COPs EN AIRE**

Norma	Año	Repartición	Título
DS 144	1961	MINSAL	Establece normas para evitar emanaciones o contaminantes atmosféricos de cualquier naturaleza.
		En estudio	Normas primaria de calidad de aire para PTS
	2004	MINSAL	Norma de Emisión para la Incineración y Coincineración de Residuos.

La demanda actual por esta matriz es principalmente para fines de investigación y desarrollo. Sin embargo, por la importancia de esta matriz como vehículo de estos contaminantes, se espera un aumento de 1.5 veces la demanda actual.

**- PCBs – Aceites:**

La demanda actual por esta matriz se encuentra en alza debido a que se están dando de baja los transformadores eléctricos que fueron adquiridos con anterioridad a la década de los 80, además, por la entrada en vigencia del Reglamento Sanitario para el manejo de Residuos Peligrosos. Se necesita determinar si estos transformadores poseen PCBs como aislante dieléctrico, así como contenedores que contengan estos aceites extraídos de transformadores antiguos y se encuentren almacenados, para su posterior eliminación, cumpliendo de esta forma la normativa de residuos peligrosos nacional y los convenios internacionales. Se estima que la demanda aumentará en tres veces la actual.



**- PCBs – Biota :**

Actualmente esta matriz se utiliza con fines de investigación, para estimar niveles de polución y relacionarlos con alteraciones a nivel poblacional dentro de los ecosistemas. Con el objetivo de cumplir los convenios internacionales de disminución y eliminación de sustancias tóxicas persistentes, se deberán realizar monitoreos y vigilancias ambientales, donde la biota jugará un papel preponderante como bioindicador, para constatar los niveles ambientales de contaminación por COPs. Por esta razón se estima un aumento de tres veces la demanda actual.

Finalmente, en la Tabla 22 se observa la proyección de la demanda de análisis de COPs. Estas estimaciones se han realizado considerando la normativa actual, las normativas en trámite y las capacidades de fiscalización que actualmente tiene el país.

Los precios fueron aumentados en un 20%, de acuerdo las nuevas condiciones de los laboratorios (situación 1; mejorar los laboratorios existentes, y 2; crear un nuevo laboratorio COPs).

**TABLA 22: PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE ANÁLISIS DE COPs**

<b>Analito</b>	<b>Matriz</b>	<b>Demanda anual proyectada a 5 años</b>	<b>Precio promedio (UF)</b>
Pesticidas	Agua	1416	4,2
	Suelo	1550	4,8
	Grasa	480	4,8
	Vegetales	400	4,8
	Alimentos	800	5,4
	Sangre	225	4,8
	Sedimentos	500	5,4
PCB	Agua	816	4,8
	Aire (gaseoso)	135	7,8
	Aire (MP)	135	7,8
	Suelo	550	4,8
	Sedimentos	300	5,4
	Aceite	510	3,6
	Alimentos	750	5,4
	Biota	75	5,4
Dioxinas y Furanos		20	30

#### 4.4.5 Flujos de caja e indicadores económicos para cada alternativa

a) Mejoramiento de los laboratorios existentes y seleccionados de acuerdo a criterios señalados con antelación, que cubran el 100% de las matrices, excepto Dioxinas y Furanos, formando una red a través de un Laboratorio Virtual de COPs, LAVICOPs. (Tabla 23).

Para realizar esta evaluación se hicieron los siguientes supuestos:

- Se consideró que el escenario sin proyecto, la demanda incremental no será captada por LAVICOPs dadas las condiciones en que estarían operando los laboratorios. De esta forma, para la evaluación se consideró la situación marginal del escenario con proyecto, es decir la demanda corresponde sólo al aumento en los servicios analíticos.
- Dado que los laboratorios estarían operando en un 30% con análisis COPs (información obtenida de la operación del Laboratorio del EULA, UdeC), se considera sólo el 30% de la inversión en infraestructura y equipamiento, como imputable al negocio a evaluar.
- Se considera la depreciación lineal acelerada para el equipamiento considerado.
- Se consideró un capital de trabajo de tres meses, sobre los costos de operación, mantención y administración.
- Se utilizó el valor libro de las inversiones para el cálculo del valor residual de la inversión ya que este método determina un valor mínimo cierto para este valor residual, lo que se ajusta a una postura conservadora en las evaluaciones económicas. Considerar los valores a través del método económico implica especular con los valores residuales lo que puede implicar una sobre valoración de las inversiones y con esto caer en un escenario muy optimista.

**TABLA 23: FLUJO DE CAJA LAVICOPS**

ITEM	0	1	2	3	4	5
<b>INGRESOS (M\$)</b>		<b>118.316</b>	<b>231.171</b>	<b>338.683</b>	<b>464.909</b>	<b>467.475</b>
Pesticidas Agua		16.958	33.916	50.874	67.832	67.832
Pesticidas Suelo		25.458	38.186	50.915	76.373	76.373
Pesticidas Grasas		6.570	13.139	19.709	26.279	26.279
Pesticidas Vegetales		6.570	9.855	13.139	19.709	19.709
Pesticidas Alimentos		11.086	29.564	44.345	59.127	59.127
Pesticidas Sangre		1.848	3.080	4927	6.159	6.159
Pesticidas Sedimentos		5.774	11.548	17.322	23.097	23.097
PCBs - Agua		11.168	22.337	33.505	44.674	44.674
PCBs -Aire (gaseoso)		1.802	3.003	4.804	6.005	6.005
PCBs - Aire (Mat. Particulado)		1.802	3.003	4.804	6.005	6.005
PCBs - Suelo		9.033	13.550	18.067	27.100	27.100
PCBs - Sedimentos		3.464	6.929	10.393	13.858	13.858
PCBs - Aceites		5.235	10.470	15.706	20.941	20.941
PCBs -Alimentos		10.393	27.716	41.574	55.432	55.432
PCBs - Biota		1.155	2.310	3.464	4.619	4.619
Dioxinas y Furanos		0	2.566	5.133	7.699	10.265
<b>EGRESOS(M\$)</b>		<b>106.980</b>	<b>191.004</b>	<b>291.092</b>	<b>363.292</b>	<b>355.342</b>
Costos de operación		53.242	104.027	152.408	209.209	210.364
Costos de Mantención		17.747	34.676	50.803	69.736	70.121
Costos de Administración		5.916	11.559	16.934	23.245	23.374
Costos de Administración LAVICOPS		2.366	4.623	6.774	9.298	9.350
Costos de Acreditación		0	11.746	11.746	11.746	11.746
Costos de Capacitación		14.000				
Depreciación		13.708	24.373	52.428	40.058	30.388
<b>UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO</b>		<b>11.337</b>	<b>40.168</b>	<b>47.592</b>	<b>101.617</b>	<b>112.133</b>
IMPUESTO A LAS UTILIDADES (17%)		1.927	6.828	8.091	17.275	19.063
<b>UTILIDAD DESPUÉS DE IMPUESTOS</b>		<b>9.409</b>	<b>33.339</b>	<b>39.501</b>	<b>84.342</b>	<b>93.070</b>
Depreciación		13.708	24.373	52.428	40.058	30.388
<b>INVERSIÓN (M\$)</b>	<b>70.300</b>	<b>47.347</b>	<b>95.358</b>	<b>20.512</b>	<b>417</b>	<b>-</b>
Upgrade Labs existentes, equipamiento	37.112	29.008	78.388	0		0
Upgrade Labs existentes, infraestructura	13.370	9.964	19.258			
Compra de terreno	-					
Capital de Trabajo	19.818	18.339	17.471	20.512	417	
Valor residual de la Inversión						102.700
<b>FLUJO NETO (M\$)</b>	<b>(70.300)</b>	<b>(24.230)</b>	<b>(38.146)</b>	<b>71.418</b>	<b>123.983</b>	<b>226.159</b>

- b) Establecimiento de un laboratorio COPs que sea capaz de cubrir el 100% de las matrices a considerar, con equipamiento de última generación, personal altamente calificado, con experiencia en análisis COPs y con una infraestructura diseñada específicamente para este fin, resguardando todas las medidas de seguridad y los estándares de calidad necesarios. (Tabla 24).
- Se consideró que el laboratorio captará paulatinamente un porcentaje de la demanda total, comenzando el año 1 con una participación del 35% y terminando el año 5 con un 85%. En este escenario, la capacidad utilizada del laboratorio bordea el 80%.
  - Se considera la depreciación lineal acelerada para el equipamiento considerado.
  - Se consideró un capital de trabajo de tres meses, sobre los costos de operación, mantención y administración.

**TABLA 24: FLUJO DE CAJA NUEVO LABORATORIO COPs**

ITEM	0	1	2	3	4	5
<b>INGRESOS</b>		<b>93.179</b>	<b>154.844</b>	<b>249.982</b>	<b>394.860</b>	<b>623.647</b>
Pesticidas Agua		11.871	20.350	33.916	55.114	86.486
Pesticidas Suelo		17.820	30.549	44.551	66.190	108.195
Pesticidas Grasas		4.599	7.884	13.139	21.352	33.505
Pesticidas Vegetales		4.599	7.884	11.497	17.081	27.921
Pesticidas Alimentos		5.174	10.347	22.173	38.433	62.823
Pesticidas Sangre		4.311	5.666	7.699	11.210	15.706
Pesticidas Sedimentos		8.084	11.548	17.322	26.272	39.264
PCBs - Agua		7.818	13.402	22.337	36.298	56.959
PCBs - Aire (gaseoso)		4.204	5.525	7.506	10.929	15.313
PCBs - Aire (Mat. Particulado)		4.204	5.525	7.506	10.929	15.313
PCBs - Suelo		6.323	10.840	15.808	23.487	38.392
PCBs - Sedimentos		4.850	6.929	10.393	15.763	23.559
PCBs - Aceites		3.665	6.282	10.470	17.014	26.700
PCBs - Alimentos		4.850	9.701	20.787	36.031	58.896
PCBs - Biota		808	1.386	2.310	3.753	5.890
Dioxinas y Furanos		0	1.027	2.566	5.004	8.725
<b>EGRESOS</b>		<b>218.537</b>	<b>248.824</b>	<b>309.713</b>	<b>262.648</b>	<b>409.072</b>
Costos de operación		41.931	69.680	112.492	177.687	280.641
Costos de Mantención		13.977	23.227	37.497	59.229	93.547
Costos de Administración		3.727	6.194	9.999	15.794	24.946
Costos de acreditación		10.856	1.678	1.678	1.678	1.678
Depreciación		148.046	148.046	148.046	8.260	8.260

ITEM	0	1	2	3	4	5
<b>UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO</b>		<b>-125.358</b>	<b>-93.981</b>	<b>-59.731</b>	<b>132.212</b>	<b>214.575</b>
IMPUESTO A LAS UTILIDADES (17%)		0	0	0	22.476	36.478
<b>UTILIDAD DESPUÉS DE IMPUESTOS</b>		<b>-125.358</b>	<b>-93.981</b>	<b>-59.731</b>	<b>109.736</b>	<b>178.097</b>
Depreciación		148.046	148.046	148.046	8.260	8.260
<b>INVERSIÓN</b>	<b>567.868</b>	<b>9.866</b>	<b>15.222</b>	<b>23.180</b>	<b>36.606</b>	<b>-</b>
Upgrade Labs existentes	-			0		0
Infraestructura	82.600	-	-	-	-	-
Equipamiento	419.359					
Compra de terreno	51.000					
Capital de Trabajo	14.909	9.866	15.222	23.180	36.606	
Valor residual de la Inversión						192.083
<b>FLUJO NETO</b>	<b>(567.868)</b>	<b>12.822</b>	<b>38.844</b>	<b>65.135</b>	<b>81.390</b>	<b>378.441</b>

### Evaluación de alternativas

#### a) LAVICOPs

VAN (M\$)	154.913
TIR	37,5%
COSTO DE CAPITAL	0,1

#### b) NUEVO COPs

VAN	-184.600
TIR	0,4%
COSTO DE CAPITAL	0,1

En un análisis de sensibilidad se determinó que debería incrementarse en un 87% los precios de los análisis para obtener los precios de equilibrio (VAN = 0).

VAN	6.055
TIR	10,3%
COSTO DE CAPITAL	0,1

Considerando los indicadores económicos obtenidos de las evaluaciones, la alternativa a) LAVICOPs es la más rentable.

Adicionalmente y, para poder llegar a una conclusión más definitiva, se incorporaron en el análisis los siguientes aspectos.

- **Infraestructura existente:** Existen capacidades instaladas para el análisis de COPs en el país, no al nivel que se requiere en el contexto internacional, pero que han respondido adecuadamente a las necesidades internas actuales y de corto plazo. Además, se estima que estas capacidades se utilizan en aproximadamente un 30% para el análisis de COPs, debiéndose realizar otros análisis para rentabilizar el negocio. Desde esta perspectiva, es aconsejable aprovechar las capacidades instaladas.
- **Personal Capacitado:** Existen en los laboratorios identificados, recursos humanos especializados cuya experiencia en análisis COPs es muy valiosa.
- **Cobertura de matrices:** Se identificaron laboratorios que cubren el 100% de las matrices de COPs, incluyendo dioxinas y furanos y que pudieran formar parte de LAVICOPs.
- **Investigación y Desarrollo:** La dedicación compartida de muchos laboratorios universitarios entre prestación de servicios e investigación y desarrollo, aseguran una orientación más analítica en relación a los COPs, incorporando actividades como elaboración de publicaciones, asistencia a Congresos, relaciones con otros laboratorios.
- **Localización:** La existencia de más de un centro con capacidades analíticas para COPs en diferentes lugares de Chile, es un factor importante ya que descentraliza, hace más baratos los costos de despacho de las muestras, bajan los tiempos de envío de muestras y resultados y permite la posibilidad de elegir para el cliente y de chequear los resultados, consultando a más de un Laboratorio.
- **Financiamiento:** Es importante analizar el tema del financiamiento ya que los montos de las inversiones consideradas son elevados. La alternativa de LAVICOPs tiene la ventaja de poder hacer gradualmente los upgrades de los laboratorios seleccionados para constituir la red y de compartir el costo del upgrade con otras líneas de negocio.

Estas consideraciones reafirman la propuesta de seleccionar la alternativa a) LAVICOPs.

#### **4.4.6 Algunas ideas sobre el Modelo de Trabajo de LAVICOPs**

LAVICOPs, Laboratorio Virtual de COPs, será una red de laboratorios con capacidades analíticas para los Contaminantes Orgánicos Persistentes. El cual se recomienda que sea privado pero un consejo público.

La red estará coordinada por una administración central con sede en alguno de los laboratorios existentes. Ésta será financiada por el aporte del 2% de los ingresos de cada laboratorio miembro y su principal eje será una plataforma WEB.

Todos los miembros podrán compartir y acceder a información oportuna, con la posibilidad de discutir, preguntar y analizar en grupo esa información, conformándose en un interlocutor para los organismos que regulan el contexto de LAVICOPs.

Esta plataforma será también el lugar en dónde la opinión pública podrá encontrar información general de su quehacer, pudiendo a través de ella, hacer difusión de las actividades que se realizan.

En el caso del análisis de dioxinas y furanos, el Centro para el Desarrollo de la Química (CEPEDEQ) de la Universidad de Chile, ha decidido implementar un laboratorio para el análisis de esos compuestos. Este centro ha adquirido un equipo de masas de alta resolución (GCHRMS) que arribará al país en los próximos meses. Con esa infraestructura, estarán en condiciones de realizar en el país el análisis de estos compuestos. Consultados sobre la demanda futura que estiman debiera tener este laboratorio, han señalado que aún no han realizado dichas estimaciones.