

# Guía de muestreo y análisis de PCB con el Analizador L 2000 DX

---



Marzo 2013

Coordinadora: Dr. Heidelore Fiedler

Elaborado por: Ing. Mario Mendoza Zegarra  
CIP 41149

### **Tabla de contenido**

Tabla de contenido.....	2
Tablas .....	4
Figuras.....	4
Lista de Acrónimos .....	5
<b>1 Antecedentes .....</b>	<b>7</b>
<b>2 Objetivo .....</b>	<b>8</b>
<b>3 Estrategia de muestreo .....</b>	<b>9</b>
3.1 Transformadores con PCB .....	9
3.2 Residuos con PCB.....	11
3.3 Instalaciones con PCB .....	11
3.4 Criterios para la clasificación de equipos, residuos e instalaciones con PCB .....	11
3.5 Procedimiento para la recopilación de información.....	14
3.6 Estrategia para Análisis de PCB.....	14
<b>4 Procedimiento de Muestreo .....</b>	<b>16</b>
4.1 Muestreo de Aceite dieléctrico.....	16
4.2 Materiales y Equipos .....	16
4.3 Toma de muestras .....	17
4.4 Embalaje conservación y transporte de muestras .....	22
<b>5 Proceso de detección de PCB .....</b>	<b>24</b>
5.1 Método de detección del PCB con el L2000DX .....	24
5.2 Preparación de las muestras.....	27
5.3 Operación básica del L2000DX .....	36
<b>6 Pautas para seleccionar muestras para análisis confirmatorio .....</b>	<b>44</b>
<b>7 Anexo N°1: Componentes del Analyzer L2000DX.....</b>	<b>46</b>
<b>8 Anexo N° 2: Operación de las opciones del L2000DX .....</b>	<b>50</b>
8.1 Creando y editando un método.....	50
8.2 Identificación.....	54
8.3 Administración de datos.....	56
8.4 Opciones de la impresora.....	57
8.5 Fecha y hora.....	58
8.6 Diagnóstico.....	58
8.7 Descarga de datos.....	58
8.8 Fijación de la temperatura.....	59
<b>9 Anexo N°3: Administración de datos con el L2000DX .....</b>	<b>60</b>
9.1 Introducción.....	60
9.2 Instalación.....	60
9.3 Descarga de Datos .....	60
9.4 Selección de datos .....	61
9.5 Generación de un reporte.....	61
9.6 Exportación de datos.....	62
<b>10 Anexo N°4: Mantenimiento y solución a problemas de operación .....</b>	<b>63</b>
10.1 Cuidado y mantenimiento .....	63
10.2 Solución de problemas .....	65

10.3	Apéndice A: Información adicional disponible.....	69
<b>11</b>	<b>Anexo Nº 5: Programa de contingencias y medidas de seguridad .....</b>	<b>71</b>
11.1	Precauciones sanitarias.....	71
11.2	Vigilancia ambiental .....	73
11.3	Fugas y derrames de aceite de transformadores .....	74
11.4	Medidas en casos de derrame accidental de reactivos del L2000DX.....	76
11.5	Medidas de primeros auxilios.....	76
11.6	Riesgos de fuego y explosión .....	77
<b>12</b>	<b>Anexo Nº 6: Manual de manejo y disposición final de residuos .....</b>	<b>78</b>
12.1	Objetivo.....	78
12.2	Marco Legal .....	78
12.3	Definiciones.....	78
12.4	Identificación de Residuos.....	78
12.5	Responsables.....	79
12.6	Manejo de Residuos.....	79
12.7	Disposición final.....	79
12.8	Reporte de generación de residuos sólidos .....	80
12.9	Formato de Residuos Peligrosos .....	82

### **Tablas**

Tabla N° 1: Mezclas/productos comerciales fabricadas sobre la base de PCB.....	9
Tabla N° 2: Sustancias comercialmente lanzados al mercado conteniendo PCB (EPA, 2013) .....	10
Tabla N° 3: Compañías que fabricaron transformadores con PCB (EPA, 1976) .....	12

### **Figuras**

Figura N° 1: Analizador L2000DX .....	8
Figura N° 2: Estrategia de muestreo de existencias para análisis de PCB .....	15
Figura N° 3: Toma de muestras utilizando bateas y EPPs .....	17
Figura N° 4: Materiales y herramientas para muestreo .....	18
Figura N° 5: Jeringa de 50 ml acoplada a una llave de tres vías y una manguera de 40 cm.....	19
Figura N° 6: Llave de tres vías de la jeringa .....	19
Figura N° 7: Purga de muestra con la jeringa .....	20
Figura N° 8: Operación de extracción de muestra con la jeringa .....	20
Figura N° 9: Llenado de la jeringa con 50 ml de aceite .....	20
Figura N° 10: Jeringa con la muestra extraída .....	21
Figura N° 11: Traspaso de la muestra en el frasco.....	21
Figura N° 12: Asegurarse de la hermeticidad del frasco con la muestra.....	21
Figura N° 13: Uso de la muestra para análisis .....	22
Figura N° 14: Etiquetado de frascos de muestras.....	22
Figura N° 15: Verificar la extracción de 5 ml de muestra en tubo de ensayo .....	28
Figura N° 16: Traspaso de solución a frasco de medición con el electrodo .....	29
Figura N° 17: Proceso para preparación de muestras de aceite .....	29
Figura N° 18: Componentes del Analizador L2000DX.....	30
Figura N° 19: Forma de romper las capsulas de vidrio con solución de reactivos .....	30
Figura N° 20: Traspaso de la solución de medición al frasco.....	32
Figura N° 21 Proceso para preparación de muestras de suelos .....	33
Figura N° 22: Analizador en proceso de medición .....	34
Figura N° 23: Procedimiento para preparación de muestras de agua .....	35
Figura N° 24: Diagrama de bloques del programa .....	37
Figura N° 25: Componentes del Analyzer L2000DX.....	47

### *Lista de Acrónimos*

AC/CC:	Aseguramiento de la Calidad/Control de la Calidad
BPC:	Bifenilos policlorados
CdP:	Conferencia de las Partes
CE:	Convenio de Estocolmo
CG:	Cromatografía Gaseosa
COP:	Contaminante orgánico persistente
DDD:	Diclorodifenildicloroetano, metabolito del DDT
DDE:	Diclorodifenildicloroetileno, metabolito del DDT
DDT:	Diclorodifeniltricloroetano
dl:	Dioxina tipo (BPC que tiene un FET-OMS asignado)
ECD:	Detección por captura de electrones (electron capture detector por su nombre en inglés)
EFS:	Extracción en Fase Sólida
EN:	Euronorma
EPA:	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de Norte América
EQT:	Equivalente Tóxico (TEQ por su sigla en inglés)
FAPAS:	FAPAS (nombre de un ensayo de intercalibración: Esquema de Evaluación del Desempeño de Análisis de Alimentos)
FET:	Factor de equivalencia de toxicidad
FID:	Detector de ionización por llama
FMAM:	Fondo para el Medio Ambiente Mundial
GMP:	Vigilancia Mundial de COP (Global Monitoring of POPs por su título en inglés)
GPC:	Cromatografía de permeación en gel
HCB:	Hexaclorobenceno
HPLC:	Cromatografía líquida de alto rendimiento
HRGC:	Cromatografía gaseosa de alta resolución
HRMS:	Espectrometría de masa de alta resolución
IE:	Ionización de electrones
ISO:	Organización Internacional de Normalización
LC:	Límite de cuantificación
LRMS:	Espectrómetro de masa de baja resolución
MS:	Espectrometría de masa
MSD:	Detección selectiva de masas
MTD/MPA:	Mejores técnicas disponibles/Mejores prácticas ambientales
NPD:	Detección de nitrógeno y fósforo
UN:	Naciones Unidas
o	orto
p:	para
PCDD:	Dibenzo-para-dioxinas policloradas)
PCDF:	Dibenzofuranos policlorados
PNUMA:	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
QUASIMEME:	QUASIMEME (nombre de un ensayo de intercalibración: Aseguramiento de la Calidad de la Información en el Monitoreo del Medio Ambiente Marino en Europa)
SETOC:	SETOC ((nombre de un ensayo de intercalibración: Intercambio de Sedimentos para Pruebas sobre Contaminantes Orgánicos)
SFE:	Extracción con fluido supercrítico
SIM:	Monitoreo simple de iones
SQS:	Schweizerische Vereinigung für Qualitäts- und Managementsysteme
TCD:	Detección de conductividad térmica
USD:	Dólar de los Estados Unidos de América

UV:	Ultra-violeta (detección)
WEPAL:	SETOC (nombre de un ensayo de intercalibración: Programa de Evaluación Wageningen para Laboratorios Analíticos)
INN:	Instituto Nacional de Normalización
INDECOPI:	Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual

## **1 Antecedentes**

PNUMA a partir del 2010 está aplicando el proyecto “Mejores prácticas para la gestión de PCB en el sector minero de América del Sur” ejecutado por el Centro de la Convención de Basilea para la Cooperación Regional en América del Sur (CRCB) con el objetivo de proveer las herramientas más adecuadas para la gestión ambientalmente racional que ayuden a las empresas mineras a detectar y eliminar las existencias de PCB que pudieran estar en sus instalaciones.

Como parte de las metas del proyecto se estableció la necesidad del "Fortalecimiento de la capacidad para la ejecución de monitoreo y evaluación de productos químicos y desechos de MEA de obligaciones"; como parte de esta meta se ha visto necesario la elaboración de unos lineamientos sobre muestreo y análisis de PCB en matrices de aceite, suelos, agua y superficies no porosas con el Analyzer L2000DX.

Los lineamientos para esta actividad incluye la estrategia de muestreo, el muestreo, el descarte de PCB y pautas y criterios para la toma de decisiones para seleccionar las muestras que deban ser sometidas al análisis de confirmación con GC/ECD o GC/MS.



### 3 Estrategia de muestreo

Este acápite se desarrollará con la premisa que los equipos de transformación y condensadores son los más probables de contener PCB, no solamente porque se fabricaron muchos equipos con éste componente, sino que se ha tenido mucha posibilidad de adquirir la contaminación por fuente cruzada. Desde este punto de vista se hace indispensable y necesario contar con una estrategia de muestreo que selectivamente se realice el inventario de acuerdo al riesgo y mayor probabilidad de contener PCB.

#### 3.1 Transformadores con PCB

Tomando en cuenta lo anteriormente mencionado, los equipos (transformadores, capacitores etc.) contienen PCB en los siguientes casos:

- Cuando para su fabricación se ha utilizado aceite dieléctrico en base a PCB (puro o con algún grado de concentración); cuyos nombres comerciales se pueden ver en la tabla siguiente (PNUMA, 2002). A estos los llamamos “Equipos contaminados con PCB”. Generalmente estos equipos contienen PCB en concentraciones entre 40% al 70% de su contenido<sup>1</sup>. Los transformadores que fueron fabricados antes de 1977 en EE.UU. y 1983 en Europa, corresponden a esta clase.
- Cuando transformadores o equipos que aunque durante el proceso de su fabricación no se ha utilizado PCB, durante los trabajos de mantenimiento (utilizando dispositivos contaminados con PCB), han sido contaminados. A estos los llamamos “Equipos contaminados con PCB por contaminación cruzada”.

**Tabla Nº 1: Mezclas/productos comerciales fabricadas sobre la base de PCB**

<i>Mezcla comercial</i>	<i>País del origen</i>
Apirolio	Italia
Aroclor	Reino Unido, EE.UU.
Asbestol	EE.UU.
Askarel	Reino Unido, EE.UU.
Bakola 131	EE.UU.
Chlorextol	EE.UU.
Clophen	Alemania
Chlorinol	EE.UU.
Delor	Checoslovaquia
DK	Italia
Diaclor	EE.UU.
Dykanol	EE.UU.
Elemex	EE.UU.
Eucarel	EE.UU.
Fenclor	Italia
Hydol	EE.UU.

<sup>1</sup> También se utilizó el Askarel que es una mezcla de PCB y bencenos clorados (tri y tetraclorobenceno).

<i>Mezcla comercial</i>	<i>País del origen</i>
Inclor	Italia
Interteen	EE.UU.
Kaneclor	Japón
Montar	EE.UU.
Noflamol	EE.UU.
Phenoclor	Francia
Pyralene	Francia
Pyranol	EE.UU.
Pyroclor	EE.UU.
Saft-Kuhl	EE.UU.
Santotherm	Japón
Sovol	U.R.S.S.
Sovtol	U.R.S.S.
Therminol FR HT	EE.UU.

**Tabla Nº 2: Sustancias comercialmente lanzados al mercado conteniendo PCB (EPA, 2013)**

<i>Nombre</i>	<i>Nombre</i>	<i>Nombre</i>
Aceclor	Bicolor	PCB
Adkarel	Diconal	PCB's
ALC	Diphenyl, chlorinated	PCB
Apirolio	Decachlorobiphenyl	Pheaoclor
Apirorio	Delorene	Phenochlor
Arochlor	Duconal	Plastivar
Arochlors	Educarel	Polychlorinated biphenyl
Aroclors	EEC-18	Polychlorinated biphenyls
Arubren	Elaol	Polychlorinated diphenyl
ASK	Electrophenyl	Polychlorinated diphenyls
Askael	Elinol	Polychlorobiphenyl
Askarel	Fenchlor	Polychlorodiphenyl
Ausol	Fenocloro	Prodelec
Biphenyl, chlorinated	Gilotherm	Pydraul
Chlophen	Hyrol	Pyraclor
Chloretol	Hyvol	Pyronol
Chlorinated biphenyl	Inertenn	Saf-T-Kohl
Chlorinated diphenyl	Kanechlor	Santosol
Chlorinol	Kennechlor	Santotherm
Chlorobiphenyl	Kenneclor	Santovac
Chlorodiphenyl	Leromoll	Solvol
Chlorextol	Magvar	Sorol
Chlorinol	MCS 1489	Soval
Clophen	Nepolin	Terphenychlore
Clophenharz	NoFlamol	Terminal
Cloresil	Non-Flamol	Turbinol
Clorinal	Olex-sf-d	
Clorphen	Orophene	

Aparte de la situación vulnerable de equipos que hayan sido fabricados antes de 1983, existe la posibilidad que compañías fabricantes de transformadores, generalmente pequeñas, que utilizan partes recuperadas dados de baja que son contaminados con PCB; por lo tanto es posible que en el mercado se encuentren equipos que siendo nuevos se encuentren contaminados con PCB.

Ante estas variables resulta muy difícil establecer un procedimiento certero para identificar los equipos con PCB, dado la variedad de posibilidades de contaminación. Sin embargo con la finalidad de establecer una estratificación de prioridades de establecerá los criterios que nos permitan la extracción de muestras adecuadamente.

### **3.2 Residuos con PCB**

Los residuos que provienen de los talleres o zonas que hayan sido contaminados con aceites dieléctricos o equipos que estén fuera de servicio son los que deberán ser sometidos al análisis de Descarte y cuantificación de la contaminación por PCB.

En esta clasificación se debe considerar entre otros:

- Residuos producidos por mantenimiento de transformadores
- Materiales y partes de transformadores que hayan sido reemplazadas y que constituyen residuos como chatarra.
- Fluidos mezclados con tierra u otros materiales que hayan estado en contacto con fluidos con equipos contaminados (tierra contaminada, trapos, etc.)

### **3.3 Instalaciones con PCB**

El 100% de las instalaciones que hayan sido o sean talleres o almacenes de transformadores o que hayan tenido contacto y contaminación con aceite de transformadores serán analizados para Descarte y cuantificar la concentración de contenido de PCB. Todas las instalaciones serán sometidas a análisis por Cromatografía de Gases.

### **3.4 Criterios para la clasificación de equipos, residuos e instalaciones con PCB**

La selección de la muestra que deberá someterse a análisis de acuerdo a lo especificado en el Procedimiento seguirá los criterios que se mencionan a continuación.

#### **3.4.1 Transformadores de tensión**

Se consideran equipos con alto riesgo de ser contaminados con PCB:

- Transformadores fabricados hasta 1983
- Transformadores que corresponden a las fábricas que se muestran en la Tabla N° 3.
- En los transformadores que cuentan con placas de identificación donde se consigne el uso de cualquiera de las sustancias PYROCLOR, ASKAREL, etc.
- Transformadores que hayan sido fabricados de forma sellada y hermética sin válvulas de drenaje ni dispositivos de acceso. La razón de ello es que como los PCB tenían la reputación de ser fluidos muy estables, no se degradarían como los aceites normales, y por eso los transformadores podrían sellarse para

- siempre.
- Transformadores que de acuerdo al tipo de enfriamiento correspondan a:
    - Liquid Natural Cooling (LN) (Enfriamiento líquido natural);
    - Liquid Natural Air Natural Cooling (LNAN, LNAF, LNWF)
    - Synthetic Natural Cooling (SN) (Enfriamiento natural sintético).
  - Transformadores que hayan recibido mantenimiento en regeneradores de aceite antes de 1984.
  - Transformadores fabricados utilizando partes recuperadas de equipos fuera de servicio.

**Tabla Nº 3: Compañías que fabricaron transformadores con PCB (EPA, 1976)**

<i>País</i>	<i>Fábrica</i>
USA	Westinghouse, General Electric Company, Research – Cottrell, Niagara Transformer Corp, Standard Transformer Co, Helena Corporation, Hevi – Duty Electric, Kuhlman Electric Co., Electro Engineering Works, R.E. Uptegraff Mfg. Co, H.K. Porter, Van Tran Electric Co, Esco Manufacturing Co., McGraw Edison, Wagner
Alemania	AEG Transformadores tipo iniciados con la letra “C” seguido de 3 a 4 dígitos Trafo Union (TU) Transformadores tipo iniciados con la letra “TC” seguido de 4 dígitos
Inglaterra	Brush Yorkshire Foster
Suiza	DES ATELIERS BBC
Japón	Toshiba Mitsubishi
Brasil	Siemens Trafo
Bélgica	Pauwels
Méjico	CIA MFRA
Francia	Savoisienne
Italia	Di Legnano
Perú (Verman EIRL, 2005)	ABB, Delcrosa, BBC, Fametal, Energotecnia, AVJ, Audaz, Electroservice, High Power, Elecín, Heléeles, Reselec, OLC, Menautt, Lasser, H&P Industrial, Elise, Electric Power, EPLI, Electro Vara Fasetron, Niusa, Hohagen, Lider.

### 3.4.2 Condensadores

Los condensadores que son muchos tipos y tamaños, se emplean para mejorar los factores de tensión potencia del sistema de energía eléctrica. Existen además condensadores pequeños que son utilizados en balastos de luz fluorescente y equipo industrial.

#### 3.4.2.1 Criterios de selección de muestra

Para efectos de establecer la muestra debemos tomar en cuenta que los condensadores producidos en Estados Unidos antes de 1979, generalmente contienen líquidos Askarel en proporciones de 40 a 100%, mientras que en Europa son los producidos antes de 1983 (CAT NO En 47-310/1986E).

Se debe descartar los condensadores en cuya placa aparece la indicación “no contiene PCB”, o que contienen líquidos dieléctricos como WEMCOL, FARADOL 100, DIELKETROL II o DPO, estos, no contienen PCB.

### **3.4.3 Balastos de luz**

Los balastos de luz fluorescente, contienen PCB en pequeñas cantidades cuando éstos han sido fabricados antes de 1979 y 1983 en Estados Unidos y Europa respectivamente.

#### **3.4.3.1 Criterios de selección de muestra**

Teniendo en cuenta que las cantidades de contaminante en estos casos es muy pequeño, y en los casos de balastos de luz fabricados o importados antes de 1979 de Estados Unidos y antes de 1983 de Europa, se deberá reemplazarlos procediendo a aplicar la “Guía para la Gestión de PCB”.

Para los casos de alguna empresa que tenga cantidades significativas, deberán ser reportadas como residuos siguiendo el presente Procedimiento.

### **3.4.4 Otros equipos PCB**

El Askarel se utilizó en una gran variedad de equipos, no solo como fluidos dieléctricos sino en otros tipos de equipos que se refieren en este acápite.

Entre los equipos y dispositivos que se fabricaron con PCB están los de transferencia de calor, sistemas hidráulicos, compresoras de gas y cables.

En el caso de que alguna empresa, sobre todo las de generación eléctrica, cuente con uno de ellos, un punto de partida válido sigue siendo la fecha de fabricación; los equipos de procedencia norteamericana que se fabricaron antes de 1979 y los de procedencia europea que se fabricaron antes de 1983, posiblemente contienen PCB.

En estos casos se requiere realizar un censo con pruebas del 100% de ellos.

Las sustancias que se utilizaron para los equipos de transferencia de calor está el Therminol 66 y en los equipos con sistemas hidráulicos fue usual utilizar el Pydrau. (Posada Lopera Eliana, 2006)

#### **3.4.4.1 Sitios o instalaciones contaminadas con PCB**

El uso y manejo inadecuado de los PCB dan como resultado que ambientes donde se almacenaron equipos con PCB, o accidentes que ocasionaron derrame de estas sustancias se encuentren contaminados.

Estos ambientes son no aptos para la ocupación y uso de personas. En estos casos se requiere su limpieza que resulta sumamente caro por la dificultad de realizar la recolección del material contaminado.

La situación resulta más crítica cuando el derrame de aceite dieléctrico con PCB compromete las aguas subterráneas. Los PCB se instalan en las zonas bajas (por su mayor densidad específica) lo que hace dificultoso su recolección.

Por otro lado la capacidad de contaminación de los PCB es sumamente alta, 1 litro de PCB puede contaminar 244000 toneladas de agua con una concentración de 3 ppm.

Por otro lado el riesgo de contaminación de ambientes contaminados con PCB es alto ya que cualquier incendio de estas instalaciones y considerando que los PCB se queman a bajas temperaturas, se producen dioxinas y furanos que son muy tóxicos para la salud humana.

En los casos en los cuales la empresa tenga conocimiento o sospecha que haya estado en contacto con PCB, el análisis será del 100%.

### **3.5 Procedimiento para la recopilación de información.**

Para la recopilación de información o elaboración de un inventario se podrá realizar siguiendo los lineamientos del presente procedimiento. Éste consta de las siguientes etapas:

1. Primera fase de creación de la Base de Datos (existencias de la empresa), con la información de la empresa a la fecha.
2. La segunda fase que consta del descarte y análisis de PCB y que constituye el Inventario de la empresa.
3. La fase final se inicia con la elaboración de Plan de Gestión de PCB y culmina luego de su implementación (tratamiento o eliminación de PCB)

### **3.6 Estrategia para Análisis de PCB.**

La toma de muestras y análisis de PCB en los equipos de la empresa pueden ser agrupadas en cuatro categorías:

- Grupo N°1: Equipos, Residuos o Instalaciones a los cuales se les ha identificado que contienen PCB (a través de análisis de PCB o descarte<sup>2</sup>).
- Grupo N°2: Equipos, Residuos o Instalaciones que por sus datos de placa, criterios cualitativos o no tienen placa de identificación, se puede asegurar que son altamente probables que contengan PCB.
- Grupo N°3: Equipos, Residuos o Instalaciones que sin pertenecer al grupo anterior no se puede asegurar que estén libres de PCB ya que han sido manipulados o intervenidos sin el control de ser contaminados por PCB.
- Grupo N°4: Equipos, Residuos o Instalaciones que cuentan con Certificado de "Libre de PCB" y no han sido sometidos a ningún proceso que ponga en riesgo de ser contaminados.

---

<sup>2</sup> Se refiere a algún método de análisis cuantitativo como el análisis por cromatografía de gases o Analyzer L2000DX

Los criterios mencionados se pueden metodizar con un software en los casos de empresas que por la cantidad de equipos justifique su implementación. A continuación se muestran el diagrama de flujo correspondiente.

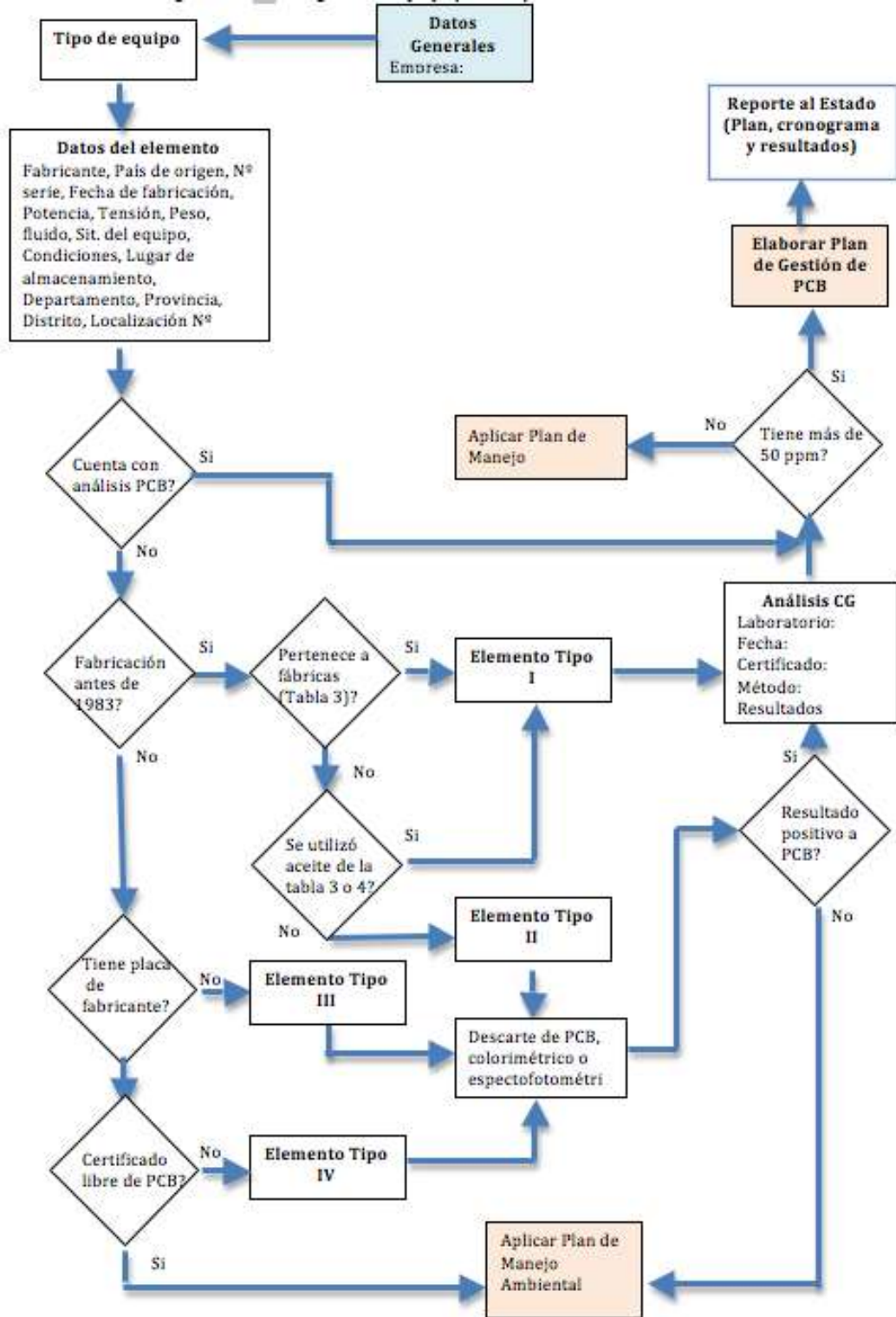


Figura Nº 2: Estrategia de muestreo de existencias para análisis de PCB

## 4 Procedimiento de Muestreo

### 4.1 Muestreo de Aceite dieléctrico

El procedimiento para realizar el muestreo de equipos que contienen aceite dieléctrico se deberá realizar teniendo en cuenta las normas siguientes en lo que sea aplicable:

- ASTM D 923,
- ASTM D 6160,
- ASTM D 3613,
- IEC 61619,
- EPA 9079
- EPA 8082

### 4.2 Materiales y Equipos

#### 4.2.1 Materiales para toma de muestras

- Elementos de acoplamiento para válvulas del transformador.
- Frasco para la toma de muestra. Recomendable de vidrio y color ámbar de 20 ml.
- Bandeja metálica pequeña para recolección de derrames, fugas y elementos de limpieza.
- Material de señalización para aislar el ambiente de trabajo.
- Bolsas de plástico negro para residuos de waype o trapos con aceite dieléctrico.
- Herramientas para manipulación de válvulas del transformador (alicates, llaves inglesas, llaves francesas, etc.).
- Pedazo de manguera plástica, en caso de utilizar este material se debe usar una para cada muestra.
- Jeringa plástica de 50 ml.
- Llave de tres vías desechable. Se debe usar una para cada muestra
- Caja hermética para almacenamiento y transporte de las muestras.
- Solvente para limpieza de válvulas y en caso de derrames de aceite.
- Formulario para registro y control de muestras.
- Material absorbente para derrames de aceite.
- Marcador industrial negro de tinta indeleble
- Papel Absorbente para contener pequeños derrames, bolsa de 5 kg. Sería recomendable que en la instalación exista un kit de contención de derrames de aceite de mayor capacidad ya que se registran casos en que aflojando un grifo se raja una soldadura y se produzca una pérdida relevante.
- Bidón donde recolectar purga de grifos.
- Cinta teflón
- Solvente dieléctrico: mínimo 1 litro, para limpieza de herramientas.

#### 4.2.2 Equipos de protección personal

- Mameluco de protección personal Tyvek.
- Mascara de protección para gases orgánicos.
- Guantes de nitrilo (Ansell Edmont 37-185 o similar). Se debe usar una para cada muestra.
- Botas dieléctricas.
- Casco de protección.
- Lentes de protección.

### 4.3 Toma de muestras

#### 4.3.1 Para el caso de transformadores con válvula de drenaje en buen estado

Inicialmente debemos colocarnos todos nuestros equipos de protección personal como son overol, casco, lentes, mascara con cartuchos para material particulado y vapores orgánicos, guantes y otros según el riesgo que se presente.

1. Tomar los datos de placa del transformador de acuerdo los campos que se requiere según la Guía de la Herramienta para toma de Decisiones. Se deber llenar todo los campos que se requiere en el formulario, cuando no existen datos señalar con "ND" (No data) y especificar en el campo de observaciones las razones por las que no se registran estos datos.
2. Identificar en el transformador la válvula que presente las mejores condiciones para la toma de la muestra (por lo general en la parte inferior) y limpiar el orificio por donde fluirá el aceite; utilizar para esto papel absorbente y quitar la suciedad que puede tener la válvula.



**Figura Nº 3: Toma de muestras utilizando bateas y EPPs**

3. Colocar un recipiente en la parte inferior de la válvula para prevenir una contaminación del piso en caso de derrame.
4. Abrir suavemente la válvula del transformador y desechar el aceite normalmente queda atrapado en la válvula (para esto dejar fluir por unos cuantos segundos). Si se observa que tiene contenidos de lodos dejar fluir hasta que se elimine todos estos. Es importante que estos residuos sean recuperados

en envases específicos los cuales deben ser considerados como fluidos riesgosos de contaminación de PCB (al final del proceso deberá ser almacenado en el almacén de PCB y ser analizados para descartar su contenido de PCB.

5. Colocar el frasco en la boca de la válvula donde se tomará la muestra llenando el frasco hasta la mitad. Se tapa herméticamente el frasco, se enjuaga el recipiente eliminando el aceite en el envase de residuos líquidos.
6. Colocar el frasco en la boca de la válvula donde se tomará la muestra de aceite dieléctrico llenando en dos terceras partes del frasco de 50 ml. Si fuera necesario se deberá colocar un acople para controlar el flujo de aceite.
7. Cerrar muy bien la válvula del transformador y verificar que no se produzca ningún derrame limpiándolo con una franela desechable.
8. Una vez finalizado el muestreo, se deberá codificar la muestra con marcador de tinta indeleble y almacenarlo en el envase para se transportado al lugar de análisis.
9. Verificar que se deje el área de trabajo limpio y libre de residuos (en caso de ensuciamiento se deberá utilizar sustancias desengrasantes)



**Figura N° 4: Materiales y herramientas para muestreo**

#### 4.3.2 Para el caso de transformadores sin válvula de drenaje o en mal estado

Para los casos en los cuales se debe extraer la muestra levantando la tapa superior del transformador se recomienda seguir el siguiente procedimiento (Viviana, 2012).

1. Tomar los datos de placa del transformador de acuerdo los campos que se requiere según la Guía de la Herramienta para toma de Decisiones. Se deber llenar todo los campos que se requiere en el formulario, cuando no existen datos señalar con "ND" (No data) y especificar en el campo de observaciones las razones por las que no se registran estos datos.
2. Preparar el dispositivo que se presenta en la Figura N° 5, el cual consta de una jeringa de 50 ml acoplada a una llave de tres vías y una manguera de 40 cm, todos estos elementos desechables.



**Figura N° 5: Jeringa de 50 ml acoplada a una llave de tres vías y una manguera de 40 cm**

3. Si al transformador se le puede sacar la muestra por la válvula de sobrepresión, es necesario retirarla y limpiar el orificio por donde se va a sacar la muestra, esto se consigue con el papel absorbente.
4. Introducir la manguera por el orificio por donde es posible sacar la muestra, sea por la válvula de sobrepresión o una vez retirada la tapa principal, por encima del transformador.
5. Colocar la llave en la posición que se muestra en la Figura N° 6 y tirar del embolo de la jeringa hasta obtener 20 ml de muestra. Cerrar la llave.



**Figura N° 6: Llave de tres vías de la jeringa**

6. Purga de la jeringa: una vez se obtengan los 20 ml de muestra, poner la jeringa en forma vertical con la válvula de tres vías hacia arriba, abrir nuevamente la llave como se muestra en la Figura N° 7 y llevar el embolo hasta los 50 ml de la jeringa, posterior a esto agitar varias veces con el fin de enjuagarla. Evacuar la jeringa en el recipiente para residuos líquidos.



**Figura Nº 7: Purga de muestra con la jeringa**



**Figura Nº 8: Operación de extracción de muestra con la jeringa**

7. Toma de la muestra: posterior a la purga, cerrar la válvula de tres vías nuevamente e introducir la manguera por el orificio por donde se tiene pensada la toma de la muestra.
8. Abrir la válvula de tres vías como se muestra en la Figura Nº 9 y llenar la jeringa con 50 ml de aceite.



**Figura Nº 9: Llenado de la jeringa con 50 ml de aceite**

9. Cerrar la válvula de tres vías y retirar la manguera del transformador.



**Figura Nº 10: Jeringa con la muestra extraída**

10. Almacenar la jeringa en una bolsa plástica negra, la cual será utilizada exclusivamente para esa jeringa.
11. Tapar el orificio que se utilizó para la toma de la muestra y descender del poste.
12. Una vez abajo y con el frasco de ámbar sobre una servilleta limpia, sacar la jeringa de la bolsa plástica y sostenerla en las manos. Esta parte del procedimiento se realizara sobre la mesa de trabajo en campo.
13. Con la llave de tres vías abierta, Depositar unos 10 ml de aceite en el recipiente de residuos. Cerrar la llave.
14. Ubicar la jeringa muy cerca del frasco de ámbar y Abrir la llave de tres vías e introducir 10 ml de aceite en el frasco. Cerrar nuevamente la llave.



**Figura Nº 11: Traspaso de la muestra en el frasco**

15. Tapar el frasco y realizar la respectiva purga.



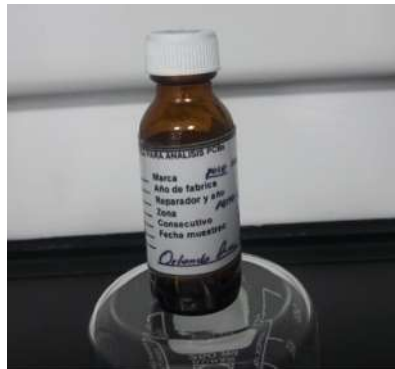
**Figura Nº 12: Asegurarse de la hermeticidad del frasco con la muestra**

16. Desechar el residuo de la purga en el recipiente para residuos.



**Figura Nº 13: Uso de la muestra para análisis**

17. Abrir nuevamente la llave de tres vías e introducir unos 18 ml en el frasco, dejando un pequeño espacio en el frasco para evitar la sobrepresión por cambios de temperatura. Cerrar la llave de tres vías y tapar el frasco de 20 ml.
18. Rotulación de la muestra: Llenar el formato de campo y pegarlo al frasco de ámbar de 20 ml, de tal manera que coincida con la información de control tomada en el punto Nº 1.



**Figura Nº 14: Etiquetado de frascos de muestras**

19. Desechar todos los implementos antes mencionados, en la bolsa de residuos peligroso ya que todo el material utilizado para el muestreo es desechable y no se reutiliza bajo ningún concepto. El material que entra en contacto con el aceite se considera contaminado con PCB y estos residuos deben ser llevados a una adecuada disposición final

#### **4.4 Embalaje conservación y transporte de muestras**

Las muestras deben llegar al laboratorio conservando sus etiquetas, bien embaladas y sin daños físicos. Acompañando a las muestras se deberá enviar la información y código de muestras que deberán ser utilizadas por el laboratorios para el reporte de muestras. El documento deberá contener específicamente la siguiente sentencia: “ésta organización es responsable de la calidad de la muestra enviada y acepta que la(s) muestra(s) cumple con los requerimientos estipulados por el Laboratorio”.

Para la conservación de las muestras se debe tener presente:

- Evitar la exposición directa del sol con el frasco conteniendo la muestra
- Evitar el contacto directo de la piel con la muestra.
- No tratar de sellar el frasco de la muestra con cinta adhesiva ya que el aceite desprende la goma y esta puede ocasionar la contaminación de la muestra.
- Ningún material es cien por ciento impermeable a los PCB. Por eso es preciso
- prever la sustitución periódica de todo el EPP.
- Las muestras deben ser tomadas por personal capacitado
- Tener en cuenta que: los PCB se adhieren a cualquier medio con el que entren en contacto, bien sea una manguera, un frasco, un contenedor, un equipo de protección personal o un guante. Por lo anterior, cualquier medio que entre en contacto con aceite potencialmente contaminado o sin la identificación respectiva por la presencia de PCB, debe considerarse como “residuo de PCB” hasta que no se demuestre lo contrario y debe manejarse como tal. En caso de uso de herramientas de apertura de equipos, deben tomarse las precauciones para evitar el contacto de estos con el líquido, y cuando se produce el contacto mencionado, las herramientas deben ser descontaminadas por medio de lavado ó limpieza con un solvente.

## 5 Proceso de detección de PCB

### 5.1 Método de detección del PCB con el L2000DX

Para desarrollar este procedimiento se ha tomado las recomendaciones del fabricante del equipos L2000DX, Dexsil® (Dexsil Corporation, 2001).

#### 5.1.1 Preparación de la muestra

Para la preparación e la muestra se tomarán las siguientes matrices, que son las más comunes que se puedes obtener en el campo

1. Aceite dieléctrico de transformador
2. Suelo
3. Agua
4. Superficies no porosas contaminadas (utilizando wipe)

Para cada una de estas matrices se requiere de diferente preparación antes de dar paso la reacción de la conversión y su cuantificación.

Para el caso del análisis de aceite de transformadores no se requiere de ninguna preparación especial de la muestra con excepción de tomar una muestra limpia sin contenido de ninguna fuente extraña principalmente de elementos clorados que introduzca factores de incertidumbre o lo que se llaman falsos positivos, tal como sales (humedad en ambientes salinos).

Esto es importante porque, para el aceite del transformador, no hay procedimientos de limpieza de la muestra para eliminar la contaminación por cloruros inorgánicos ya que como es bien sabido, el aceite del transformador está típicamente libre de cloro inorgánico. En los casos especiales donde los transformadores han fallado debido a la contaminación con agua o se han quitado de servicio y han sido almacenados en áreas cercanas al mar (sal marina), el cloruro inorgánico puede causar como resultado lecturas elevada de cloro.

El cloro cuantificado en este caso es el cloro total contenido en la muestra, no hay opción de discriminar sus componentes por arocloros.

En el caso de los análisis de muestras de suelo, los contaminantes orgánicos deben ser extraídos usando un solvente orgánico. Debido además a que las muestras del suelo contienen invariablemente cloruros inorgánicos (Silicatos, Óxidos e hidróxidos de Fe, Carbonatos, Sulfatos, Cloruros y Nitratos), el extracto del suelo se debe limpiar hasta quitar todos los rastros del cloruro inorgánico. El extracto limpio entonces reacciona y se cuantifica el cloruro resultante. Para los análisis de suelo, por lo tanto, solamente el contenido de cloruros orgánico es cuantificado. Fuentes extrañas de cloruros como sal marina y otros no se detecta.

Al igual que en el caso de las muestras de suelos, una muestra de agua se debe someter a la extracción antes de análisis final. El cociente entre el volumen del solvente y el volumen de la muestra determina la sensibilidad de la prueba. Se provoca la reacción del extracto y el cloruro se cuantifica como antes se indicó. Al igual que en el caso de las muestras del suelo, solamente los clorados orgánicos son cuantificados en las muestras de agua.

Los análisis de superficies no porosas a través de wipe requieren que un área específica sea limpiada usando una gasa hexano-empapada. La gasa se trata con un solvente orgánico, a través de una reacción y determinando el contenido de la cloro. Para las muestras de paños, el procedimiento estándar elimina la mayoría de toda la contaminación por clorados inorgánicos. En caso de áreas o superficies con una alta concentración de contaminación con sales podría necesitar de procedimientos diferentes.

### 5.1.2 Reacción para la conversión del cloruro

Una vez que la muestra haya estado preparada, los procedimientos para la conversión del cloruro son iguales para todos los tipos de la muestra. El procedimiento de la conversión es una reacción de la muestra con un exceso del sodio metálico en presencia de un catalizador para convertir el cloro orgánico covalente en iones libres de cloro. Esta reacción del sodio metálico con los compuestos órgano-clorados es vigorosa y va a terminar convirtiendo toda los clorados orgánicos en cloro.

### 5.1.3 Cuantificación

Una vez terminada la reacción la conversión, los iones de cloro resultante se extraen en un medio acuoso de almacenamiento intermediario. El contenido del cloro final en el extracto o medio acuoso de almacenamiento intermediario, es cuantificado usando un electrodo específico de cloro que lo convierte en una concentración equivalente del analito usando los factores de la conversión programados en el instrumento. El factor de la conversión se compone por el porcentaje de cloro, el múltiplo del tamaño de muestra y el múltiplo de la eficiencia del proceso de extracción.

La concentración del analito es determinada primero restando el valor en blanco del valor real de cloro (a menos que cuando la opción de Blank Subtraction está desactivado), el valor corregido del cloro resultante es multiplicado por el factor de tamaño y el factor de extracción, dividido por la fracción de cloro (el porcentaje de cloro dividido por 100):

$$[\text{Analito}] = ([\text{Cl}]_{\text{raw}} - [\text{Cl}]_{\text{blank}}) (\text{factor de tamaño}) (\text{factor de extracción}) / (\text{fracción de cloro})$$

El programa operativo del L2000DX se divide en el proceso de análisis (**Analysis Loop**) y el menú de las OPCIONES (**OPTIONS Menu**). Los métodos pre-programados

están disponibles para el uso en los análisis de rutina y se seleccionan fácilmente dentro del **Analysis Loop**.

El software completa un ciclo automáticamente deteniéndose en los puntos críticos cuando se requiere que el usuario ingrese opciones de selección como "**Calibration**", "**Blank Subtraction**" y "**Sample ID**".

La medición se inicia sin requerir de ninguna programación adicional simplemente se debe elegir el método y seguir las instrucciones de la pantalla.

#### 5.1.4 Calibración Inicial

Para comenzar con la utilización del equipo utilice el soporte de frascos para colocar dos frascos vacíos de 20 ml y las botellas de soluciones de RINSE y de CALIBRATION. Quite las tapas de ambos frascos de 20 ml y etiquete un frasco con "**RINSE**" y la otra "**CAL**". Llene cada frasco aproximadamente hasta la mitad con la solución apropiada y fije en el estante de frascos. (la experiencia nos recomienda etiquetar el soporte con la localización de la solución RINSE y con la de CAL) estas soluciones serán utilizados para la disposición y la calibración inicial del electrodo.

También se utilizará periódicamente para volver a calibrar el electrodo y el funcionamiento del mismo. Una vez inicializado, el electrodo debe permanecer en la solución RINSE cuando no está en uso.

Para empezar con el uso del equipo, encienda el analizador presionando **<ENTER/ON>**. La impresora avanzará una línea y exhibirá lo siguiente:

Dexsil L2000DX

Versión 1.24

Esta es la Primera Pantalla del programa en funcionamiento. El analizador está listo para aceptar instrucciones.

#### 5.1.5 Restauración del electrodo después de un periodo largo de almacenamiento

El electrodo normalmente esta vacío y debe ser almacenado vacío y limpio siempre que sea dejado por un período largo de tiempo. Para restaurar el electrodo a condición de funcionamiento se debe seguir el siguiente procedimiento:

1. Quite la tapa protectora de una extremidad del electrodo.
2. Llene el electrodo, hasta el agujero de llenado a un costado, con la solución Orion Electrode Filling Solution suministrada con cada lote de reactivos. Para llenar, coloque el inyector de la botella de la solución en el agujero lateral del cuerpo de plástico y presione suavemente para llenar el compartimiento.
3. Drene el electrodo, mientras que lo sostiene vertical sobre el cubilete de desechos, agarrando el cuerpo del electrodo firmemente en una mano y empujando hacia abajo en el casquillo negro superior. La solución de llenado drenará por el fondo del electrodo.

4. Rellene el electrodo y cerciórese de que la solución de relleno está haciendo contacto a lo largo del núcleo y el protector plástico del electrodo. Si no está haciendo el contacto en todos los puntos, drene el electrodo otra vez y rellénelo. Asegurarse que no prevalecen burbujas de aire adheridas al electrodo o sus paredes internas.
5. Conecte el electrodo con el conector BNC en la parte posterior del analizador L2000DX etiquetado con "**ELECTRODO**" y compruebe su operación. Como medida de seguridad siempre tome los terminales con las manos para evitar de descarga de tensión por la energía estática que se puede acumular.
6. Para comprobar el electrodo, encienda el analizador presionando <**ENTER/ON**> y seleccione el menú de OPCIONES de la primera pantalla la techa <OPCIÓN>. En el menú de OPCIONES, ir a "DIAGNOSTICS" presionando la techa <6>. La pantalla mostrará:

DIAGNOSTICS X•X  
XXX•X mV XX•X °C

El equipo, indicará la temperatura actual y después actualizará continuamente la salida del electrodo en mili-voltios (mV). Coloque el electrodo en solución fresca de enjuague RINSE, remueva suavemente la solución con el electrodo y permita que éste se asiente. En este punto es importante cuidar que electrodo no se dañe con el fondo del envase del RINSE, así como también asegurarse que no existen burbujas de aire atrapadas en la superficie de contacto del electrodo.

La salida del electrodo debe alcanzar 140 milivoltios o más dentro de 1 minuto. Si la salida del electrodo no alcanza al menos 140 milivoltios, vaciar la solución y el reponer la solución con una solución RINSE fresca. Si esto no mejora la salida del electrodo, drene el electrodo, rellénelo con la solución y compruebe la salida otra vez. Una vez que la salida sea 140 milivoltios o mayor, el electrodo está funcionando correctamente y es seguro proceder con las mediciones. Si la salida del electrodo no alcanza 140 milivoltios, se deberá intentar la corrección que se recomienda más adelante<sup>3</sup>.

## 5.2 Preparación de las muestras

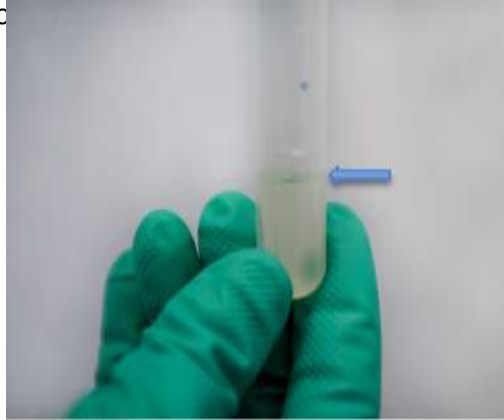
### 5.2.1 Aceite dieléctrico

Antes de que una muestra del aceite dieléctrico del transformador se pueda analizar con el L2000DX, los elementos Orgánico Clorados (PCB) deben ser químicamente convertidos en cloro.

---

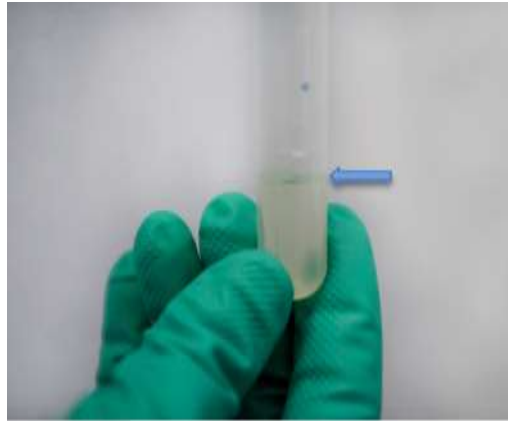
<sup>3</sup> La actualización de la pantalla de "Diagnostics" es cada 6 segundos, cualquier techa presionada no tendrá efecto hasta que termine el ciclo actual de medición.

1. Quite la tapa del tubo de 5 ml usando una



pipeta del polietileno (

2. Figura N° 15). Reponga la tapa en el tubo ajustándola firmemente



**Figura N° 15: Verificar la extracción de 5 ml de muestra en tubo de ensayo**

3. Rompa la ampolla (incolora) inferior en el tubo. Sacuda vigorosamente el tubo por 10 segundos. Rompa la ampolleta presionando el tubo de ensayo de plástico y no lo doble.
4. Rompa la ampolla (gris) superior en el tubo. Sacuda el tubo vigorosamente por 10 segundos permitiendo que la reacción se produzca por un periodo de 50 segundos adicionales (total de un minuto), mientras tanto, sacuda intermitentemente varias veces.
5. Con la pipeta de 5 ml, agregue cinco mililitros de la solución de extracción al tubo de tapa negra. Cierre la capsula con seguridad y sacuda vigorosamente hasta que desaparezca la espuma y el color oscuro. Ventee el tubo con cuidado destapando parcialmente la tapa negra mientras que sostiene el tubo en posición vertical. Presione el tubo levemente mientras ajusta la tapa y sacuda el tubo vigorosamente por 20 segundos más. Ventear otra vez, y cerrar la tapa y colocar el tubo al revés parándolo sobre su tapa, manténgala en esta posición por dos minutos.
6. Coloque el embudo con el filtro del polietileno en uno de los frascos del cristal de 20 ml marcándolo con el número de la muestra (identificación de la

muestra). Coloque el tubo de tapa negra directamente sobre el embudo y abra



- cuidadosamente el dispensador (Véase 7. Figura N° 16). Dispense la solución cuidadosamente exprimiendo los lados del tubo. Pare tan pronto como aparezca la primera gota del aceite. Permita que la solución pase a través del embudo, pero quite el embudo antes de cualquier gota de aceite pase a través de él. Permita que la solución se refrigere al medio ambiente por cinco minutos. La muestra ahora está lista para el análisis.



**Figura N° 16: Traspaso de solución a frasco de medición con el electrodo**

En el grafico que se muestra a continuación se grafica el procedimiento paso a paso para mejor seguimiento:

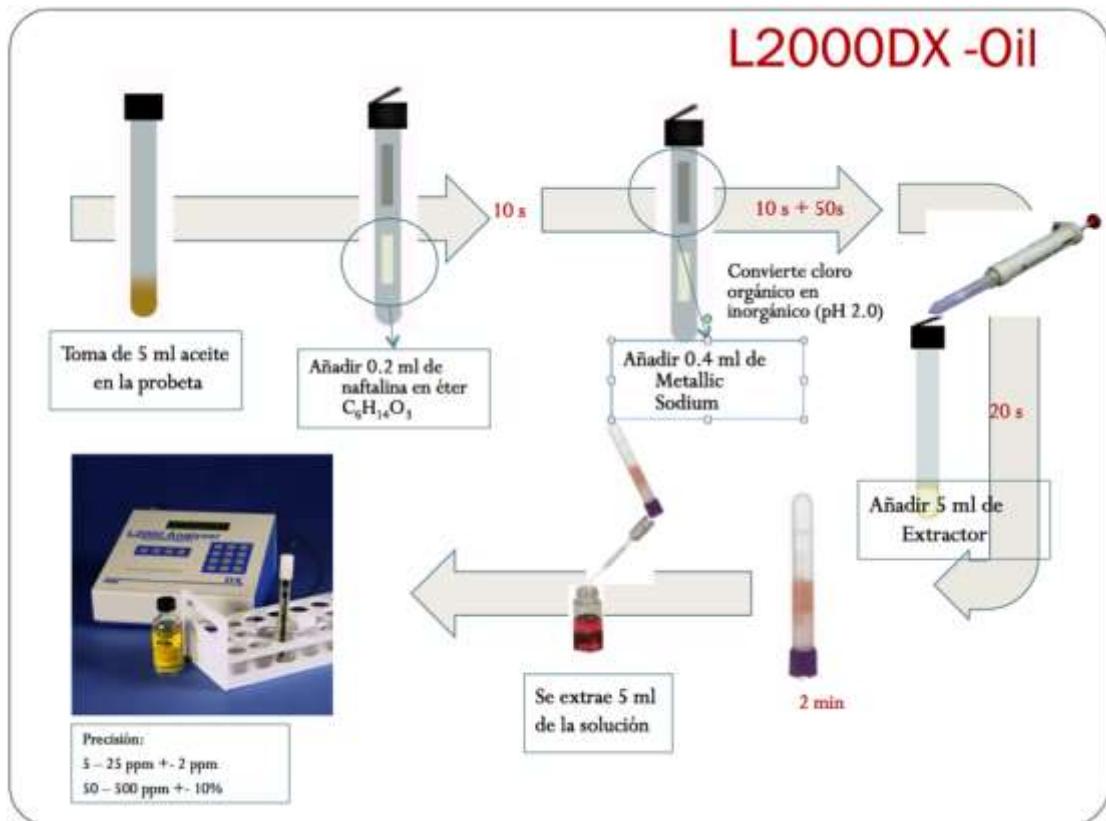


Figura Nº 17: Proceso para preparación de muestras de aceite

### 5.2.2 Muestras de suelos

Para analizar una muestra del suelo, el analito debe ser primero extraído de la muestra. Hay dos sistemas y solvente disponibles para la extracción. Dependiendo del uso específico se podrá seleccionar el más apropiado, uno es el solvente estándar para la extracción y el otro es el procedimiento de dos etapas. Ambos sistemas proporcionan buenos resultados cuando se trata de suelos arenosos seco.

El procedimiento estándar es algo más rápido y tiene pocos pasos, pero no se debe utilizar en el caso de suelos húmedos o arcillas pesadas, se debe tener en cuenta que la humedad no debe ser mayor a 10%.

#### 5.2.2.1 Procedimiento estándar para el análisis de suelo

1. Con la espátula de metal y la balanza electrónica portátil proveídos con el equipo, pese diez gramos del suelo en un tubo vacío de ensayo de tapa blanca. NOTA: Tenga cuidado de no incluir ningún material diferente en la muestra; es decir, material absorbente, segmentos de rocas, etc. El tubo vacío puede ser pesado colocándolo en la balanza y presionando <ON/OFF/ZERO>.



**Figura N° 18: Componentes del Analizador L2000DX**

2. Quite el casquillo negro del frasco de cristal que contiene el solvente de extracción y vierta el contenido entero del frasco en el tubo que contiene el suelo. Reponga la tapa blanca en el tubo de ensayo de plástico, cierre firmemente y sacuda el tubo vigorosamente por un minuto. Desintegre cualquier conglomerado de suelo exprimiendo el tubo por los lados y



sacudiéndolo. (Véase

3. Figura N° 19) Reposar el tubo verticalmente por dos minutos.



**Figura N° 19: Forma de romper las capsulas de vidrio con solución de reactivos**

4. Remover la Drying column de su estuche sujetando a través del protector el extremo para remover la tapa roja. Jale completamente el pistón de la jeringa

de 10 cc. Junte el extremo azul de la Drying column con el extremo de la jeringa deslizándola hasta el collar de su extremo. Esta debe tener un contacto adecuado para que asegure un buen funcionamiento sobre la jeringa. Cerciórese de que esté firmemente asegurado.

5. Quite la tapa-dispensador negro del tubo de ensayo de plástico que contiene dos ampollas de cristal. Deslice la pieza ensamblada con la Drying column - jeringa de la manera que quede dentro del tubo de ensayo que contiene las dos ampollas. Mantenga el ensamble completo en posición vertical. Con la pipeta de polietileno, quite el solvente de extracción que se encuentra sobre la muestra de suelo y dispénselo en la tapa abierta de la jeringa. Usted necesitará recuperar suficiente solvente de extracción para llenar la jeringa al nivel de 7 ml. Intente no quitar ningún trozo de suelo con el solvente, esto puede perjudicar el buen funcionamiento de la Drying column. Después que 7 ml de solvente se hayan transferido a la jeringa, coloque el émbolo en la parte posterior de la jeringa y aplique presión de modo que el solvente sea forzado a pasar a través de la Drying column a un promedio de 2 o 3 gotas por segundo. No fuerce el solvente a través de la Drying column demasiado rápida. Cuando el solvente llene el tubo de ensayo hasta la línea de -5 ml, jalar el émbolo para parar el flujo de solvente. Quite la Drying column -jeringa del tubo de ensayo, y asegure su tapa-dispensador negro firmemente en el tubo de ensayo.
6. Rompa la ampolla (incolora) inferior del tubo de ensayo exprimiendo los lados del tubo (no doble el tubo) y sacuda la mezcla bien por 10 segundos. Rompa la ampolla (gris) superior en el tubo de ensayo y sacuda el tubo vigorosamente por 10 segundos. Permita que la reacción proceda por 50 segundos adicionales (total de un minuto), mientras que sacude intermitentemente varias veces.
7. Con la pipeta de 5 ml, agregue cinco mililitros de la solución de extracción al tubo de tapa negra. Cierre la capsula con seguridad y sacuda vigorosamente hasta que desaparezca la espuma y el color oscuro. Ventee el tubo con cuidado destapando parcialmente la tapa negra negro mientras que sostiene el tubo en posición vertical. Presione el tubo levemente mientras ajusta la tapa y sacuda el tubo vigorosamente por 20 segundos más. Ventear otra vez, y cerrar la tapa y colocar el tubo al revés parándolo sobre su tapa, manténgala en esta posición por dos minutos.
8. Coloque el embudo con el filtro del polietileno en uno de los frascos del cristal de 20 ml marcándolo con el número de la muestra (identificación de la muestra). Coloque el tubo de tapa negra directamente sobre el embudo y abra cuidadosamente el dispensador (Véase Figura 3). Dispense la solución cuidadosamente exprimiendo los lados del tubo. Pare tan pronto como aparezca la primera gota del aceite. Permita que la solución pase a través del embudo, pero quite el embudo antes de cualquier gota de aceite pase a través de él. Permita que la solución se refrigere al medio ambiente por cinco minutos. La muestra ahora está lista para el análisis.



**Figura N° 20: Traspaso de la solución de medición al frasco**

#### **5.2.2.2 Procedimiento de dos etapas para el análisis de suelo:**

1. Con la espátula de metal y la balanza electrónica portátil proveídos con el equipo, pese diez gramos del suelo (10 g) en un tubo vacío de ensayo de tapa blanca. Tenga cuidado de no incluir ningún material diferente en la muestra; es decir, material absorbente, segmentos de rocas, etc. El tubo vacío debe ser pesado colocándolo en la balanza y presionando <ON/OFF/ZERO> para considerar el peso neto de suelo que se quiere analizar.
2. Agregue el contenido del solvente rompiendo la tapa de cristal del envase al tubo de ensayo con la muestra del suelo. Tape firmemente el tubo y sacuda el contenido por 3 minutos. Cerciórese que la muestra de suelo se humedezca a fondo.
3. Agregue el componente de agua coloreada contenido en el frasco de tapa negra de 6 ml al tubo de ensayo. Tape firmemente el tubo y sacuda el contenido por 2 minutos adicionales.
4. Permita que la mezcla se separe por 2 minutos.
5. Quite el émbolo de una unidad jeringa/filtro de su envase y quite la tapa-dispensador negro del tubo de ensayo de la reacción y colóquelo en el estante.
6. Remover la capa superior del tubo de ensayo (la capa con solvente) usando la pipeta del polipropileno proporcionada mientras que sostiene la jeringa/filtro sobre el tubo de reacción, agregue 7 ml a la jeringa/filtro.
7. Agregue solvente de la jeringa/filtro hasta la línea de 5 ml del tubo de ensayo de tapa negra. Tape firmemente el tubo.
8. Rompa la ampolla (incolora) inferior del tubo de ensayo tapa-negra exprimiendo los lados del tubo y sacuda la mezcla por 10 segundos.

9. Rompa la ampolla superior (gris) del tubo de ensayo y sacúdalo vigorosamente por 10 segundos. Permita que la reacción se produzca por 40 segundos adicionales (total un minuto), mientras sacude intermitentemente varias veces.
10. Con la pipeta de 5 ml, agregue cinco mililitros de la solución de extracción al tubo de tapa negra. Cierre la capsula con seguridad y sacuda vigorosamente hasta que desaparezca la espuma y el color oscuro. Ventee el tubo con cuidado destapando parcialmente la tapa negra negro mientras que sostiene el tubo en posición vertical. Presione el tubo levemente mientras ajusta la tapa y sacuda el tubo una segunda vez. Ventear otra vez, y cerrar la tapa y colocar el tubo al revés parándolo sobre su tapa, manténgala en esta posición por dos minutos.
11. Coloque el embudo con el filtro en uno de los frascos del cristal de 20 ml marcándolo con el número de la muestra (identificación de la muestra). Coloque el tubo de tapa negra directamente sobre el embudo y abra cuidadosamente el dispensador. Dispense la solución cuidadosamente exprimiendo los lados del tubo. Permita que la solución pase a través del embudo, pero quite el embudo antes de cualquier gota de aceite pase a través de él. Permita que la solución se refrigere al medio ambiente por cinco minutos. La muestra ahora está lista para el análisis

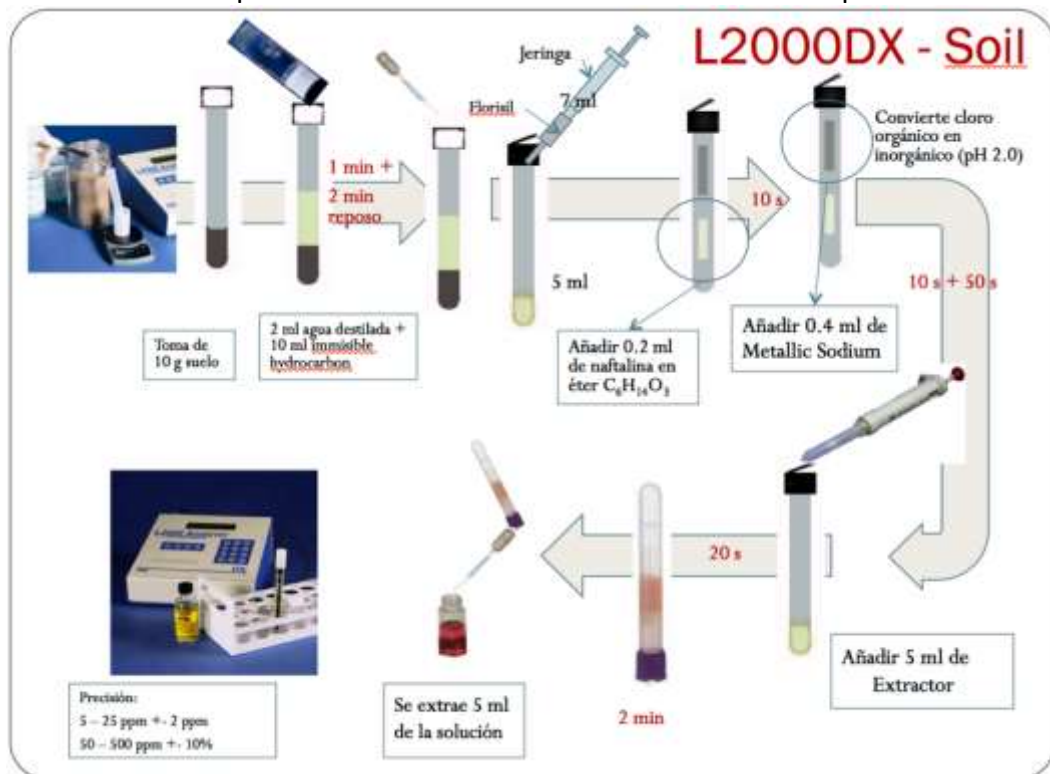


Figura Nº 21 Proceso para preparación de muestras de suelos

### 5.2.3 Muestras de agua

#### 5.2.3.1 Rangos altos (5-2000 ppm)

1. Llene un tubo de muestras con 10 gramos de la muestra de agua.

2. Agregue 10 ml de solvente de extracción iso-octano y sacuda vigorosamente por 30 segundos.

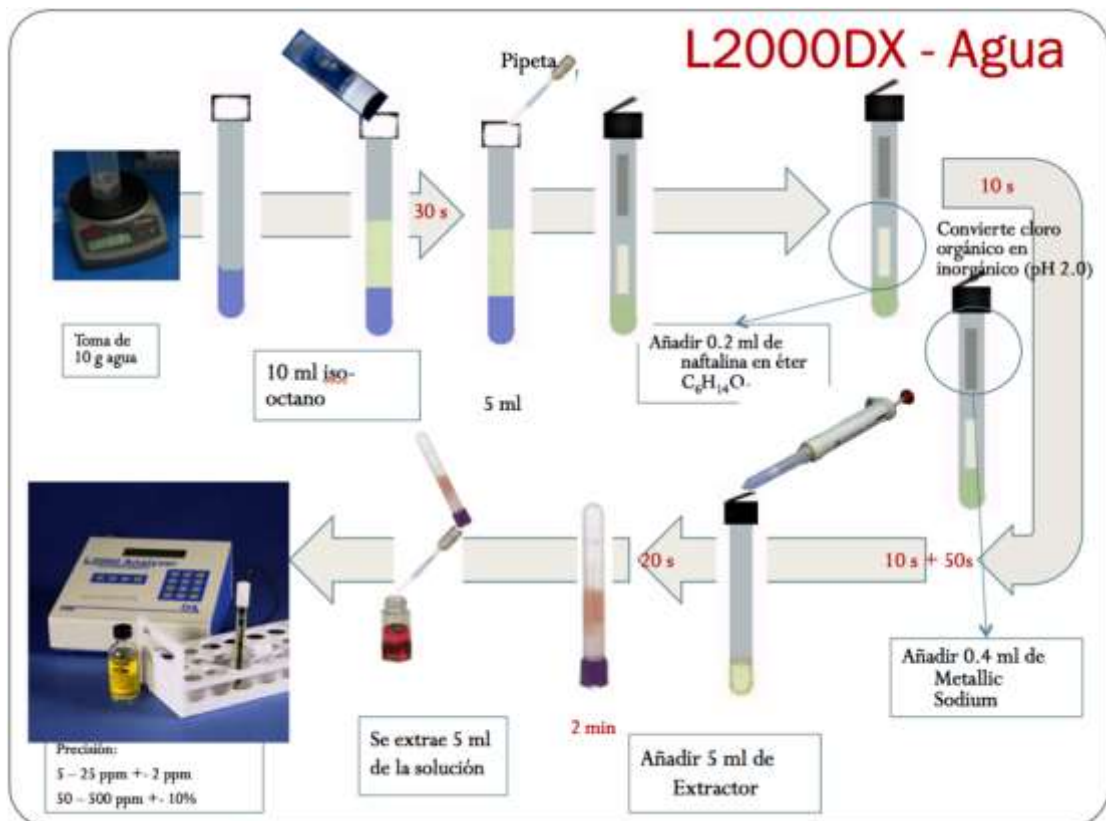


**Figura N° 22: Analizador en proceso de medición**

3. Permita la separación de la solución en dos fases por un mínimo de 2 minutos. (Si se forma una emulsión, agregue sulfato de sodio, sacuda y permita que se separe otra vez). Con la pipeta plástica quite 5 ml de la fase superior del solvente y agregue al tubo de reacción con tapa negra.
4. Proceda con la prueba de igual manera que para una muestra del aceite y cuantifique con el método apropiado del L2000DX.

#### **5.2.3.2 Bajo rango (20 ppb - 5 ppm)**

1. Recoja la muestra en una botella de cristal de boca estrecha de 1/4 de galón sin dejar espacio libre. Tape firmemente y almacene refrigerado hasta el momento del análisis.
2. Cuando se proceda a realizar la prueba, mueva e invierta el frasco suavemente una o dos veces. Luego usando una pipeta plástica, quite 35 ml de agua del frasco de muestra pesando 35 gramos de agua. Después agregue 10 ml de iso-octano y sacuda vigorosamente por 2 minutos.
3. Agregue suficiente agua destilada libre de cloro hasta tener el nivel del agua en el cuello de la botella de muestra (el nivel del solvente debe estar apenas en el cuello de la tapa) deje fijar la solución por 3 minutos.
4. Retire 5, ml de la capa superior de solvente (**No retire agua con el solvente**) y agregue al tubo de reacción de tapa negra y tápele firmemente.
5. Proceda con la prueba de igual manera que para una muestra del aceite y cuantifique con el método apropiado del L2000DX.



**Figura Nº 23: Procedimiento para preparación de muestras de agua**

#### 5.2.4 Muestras de superficies no porosas (wipe)

1. Tome la ampolla de cristal sellado con hexano cromatográfico y rompa el extremo cuidadosamente. Vierta el contenido entero en el frasco que contiene un cojín de la gasa. Tome el cojín de gasa empapado con la pinza y con una técnica aprobada limpie un área de 1000 cm<sup>2</sup>. 1000 cm<sup>2</sup> equivale a un cuadrado de 31.6 centímetros o 12.5 pulgadas por lado. Es igual a 1.08 pie<sup>2</sup>. Permita que el hexano se evapore (aproximadamente 1 minuto).
2. Teniendo cuidado de no contaminar el wipe, póngalo tan libremente como sea posible en el tubo con la tapa blanca con dispensador. Vierta el líquido de extracción, (10 ml de iso-octano), en el tubo de tapa blanca. Cierre la tapa y deje el solvente y la gasa por 30 segundos. Exprima el tubo para asegurarse que el iso-octano lave totalmente la gasa. Este solvente ahora contiene todo el PCB que fue retirado durante el procedimiento de limpieza.
3. Quite la tapa negra con dispensador de uno de los tubos de reacción. Abra el tubo de ensayo con tapa blanca y traslade el extracto iso-octano en el tubo de tapa negra hasta la línea de 5 ml. Tape el casquillo firmemente en el tubo.
4. Rompa la ampolla (incolora) inferior del tubo. Sacuda bien el tubo por 10 segundos.

5. Rompa la ampolla (gris) superior en el tubo. Sacuda el tubo por 10 segundos vigorosamente permitiendo que se produzca la reacción por los 50 segundos adicionales (total un minuto), mientras sacude intermitentemente varias veces.
6. Con la pipeta de 5 ml, agregue cinco mililitros de la solución de extracción al tubo de tapa negra. Cierre la capsula con seguridad y sacuda vigorosamente hasta que desaparezca la espuma y el color oscuro. Ventee el tubo con cuidado destapando parcialmente la tapa negra negro mientras que sostiene el tubo en posición vertical. Presione el tubo levemente mientras ajusta la tapa y sacuda el tubo vigorosamente por 20 segundos más. Ventear otra vez, y cerrar la tapa y colocar el tubo al revés parándolo sobre su tapa, manténgala en esta posición por dos minutos.
7. Coloque el embudo con el filtro en uno de los frascos del cristal de 20 ml marcándolo con el número de la muestra (identificación de la muestra). Coloque el tubo de tapa negra directamente sobre el embudo y abra cuidadosamente el dispensador. Dispense la solución cuidadosamente exprimiendo los lados del tubo. Permita que la solución pase a través del embudo, pero quite el embudo antes de cualquier gota de aceite pase a través de él. Permita que la solución se refrigere al medio ambiente por cinco minutos. La muestra ahora está lista para el análisis

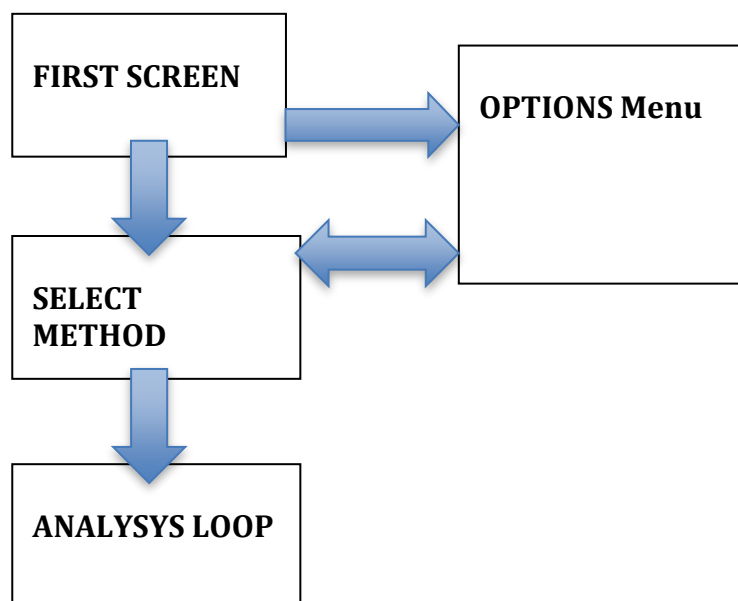
### 5.3 Operación básica del L2000DX

Para el adiestramiento y capacitación del Analyzer L2000DX, se adjunta el programa de adiestramiento elaborado por la compañía Minpetel S.A. que complementa lo que se describe a continuación.

#### 5.3.1 Información de carácter general

La operación del L2000DX es controlada por un programa organizado en una serie de "pantallas". Unas pantallas sirven para que el usuario ingrese datos al sistema mientras otras muestran los resultados del proceso. Hay dos pantallas al principio del programa que serán referidas en este procedimiento. La primera de ellas (**First Screen**) es la que aparece cuando se enciende el sistema y cuando se realiza el apagado manual del mismo, y la otra es la SELECCIÓN del MÉTODO (**SELECT METHOD SCREEN**) que es la siguiente en la secuencia. En la pantalla **SELECT METHOD SCREEN** se debe seleccionar el método analítico deseado antes de proceder al análisis. Desde esta pantalla el programa entra en una serie de pantallas que encaminan al usuario durante el análisis de muestras previamente preparadas. Esta serie incluye los procesos de calibración, la determinación en blanco y determinará la secuencia re-calibración periódica necesaria. Esta sección del programa es referida al Proceso de Análisis **Analysis Loop**. (Véase el diagrama de bloques del programa.)

Figura N° 24: Diagrama de bloques del programa



Una vez en **Analysis Loop**, el analizador debe ser calibrado. El procedimiento de la calibración es puntual usando para ello un patrón estándar de CALIBRACIÓN con 50 ppm de cloruro proveído en cada lote de reactivos enviados. Esta calibración se debe repetir aproximadamente cada 20 medidas o una hora de trabajo, cualquiera (lo que suceda primero). El sistema tiene un cronómetro y un contómetro para controlar la necesidad de re-calibración cuando sea necesario. Durante el procedimiento de la calibración, el funcionamiento del electrodo también será evaluado. Si el potencial de electrodo para la solución de calibración no está dentro de los límites aceptables, una advertencia será mostrada y el programa ejecutará en el modo del diagnóstico.

El resto de las funciones del programa son accesibles presionando <OPTION> en la *Primera pantalla* o **SELECT METHOD Screen**. Esta sección del programa es referida en el presente manual como **OPTIONS Menu**. Aun cuando solamente una opción es mostrada al mismo tiempo, las opciones están organizadas en una secuencia de opciones que funcionalmente son muy parecidas a un menú típico de la mayoría de programas de computadora.

### 5.3.2 Inicio del analizador y navegación en el sistema operativo

Presionando <ENTER/ON> se iniciará el analizador y el programa mostrará la primera pantalla **Fisrt Screen**. En **Fisrt Screen** se mostrará lo siguiente:

Dexsil L2000DX  
Versión X.XX

indicando la versión del programa que está funcionando actualmente en el analizador L2000DX.

Desde **First Screen** presionar **<ENTER/ON>** para trasladar al programa a la pantalla de Selección del Método **SELECT METHOD Screen**:

SELECT METHOD

Method ID

presionando **<<NO>** y **<SÍ>** podrá recorrer a través de los métodos pre-instalados. Cuando el método deseado se exhibe en la pantalla, presionando **<ENTER/ON>** lo seleccionará. El programa entonces entrará en **Analysis Loop** y el programa comenzará a ejecutar las operaciones necesarias para comenzar el análisis de muestras usando el método elegido.

Los métodos disponibles en el equipo son:

1242 oil	1242 soil	2 step 1242
1242 wipe	1242 water high	1254 oil
1254 soil	2 step 1254	1254 wipe
1254 water high	1260 oil	1260 soil
2 step 1260	1260 wipe	1260 water high
Askarel a oil	Askarel a soil	2 step Askarel
Askarel a wipe	Askarel a wáter high	DDT soil
Toxaphene soil	Chlordane soil	PCP soil
Trichlor soil	Trichlor water	111 trichl water
Tetrachlor soil	Tetrachlor water	Methchlor water
Vinylchlor water	Dichlor water	Chloride

### 5.3.2.1 Calibración

El primer paso requerido antes que cualquier medida pueda ser hecha, es calibrar el instrumento.

El programa operativo del L2000DX mostrará la pantalla de la CALIBRACIÓN cuando se selecciona un nuevo método, cuando la temperatura ha cambiado por más que 5 °C, o cuando el cronómetro acciona la opción de re-calibración. La pantalla mostrará:

CALIBRATION FOR

method name

indicando el método que se seleccionó. Presione **<ENTER/ON>** o **<SÍ>** y la pantalla indicarán que el electrodo debe ser colocado en una solución fresca de CALIBRACIÓN:

IS CALIBRATION

SOLUTION READY

Quite el electrodo de la solución RINSE, limpie suavemente el cuerpo del electrodo con un papel adsorbente limpio e inserte la punta en la solución de CALIBRACIÓN. No limpie la punta del electrodo ya que puede ser dañado. Remueva el electrodo

suavemente algunas veces y presione **<ENTER/ON>** o **<SÍ>**. Mantenga el electrodo en la solución de la calibración, la pantalla mostrará el siguiente mensaje:

```
MEASUREMENT IN
PROGRESS
```

Si el potencial de salida del electrodo así como la temperatura ambiente está dentro del rango aceptable, el procedimiento de calibración terminará mostrando en la pantalla lo siguiente:

```
CAL TEMP = XX°C
mv = xx
```

Los resultados de la calibración también serán enviados a la impresora, si ella está encendida.

```
CALIBRATION: hh: mm mm/dd/yyyy
VERSION:     XXXX
METHOD:      Method name
MV= XX.X    TEMP= XX.X °C
A = XXX. X  B = XX. XXX
OFFSET = X.X
```

Las funciones del programa entonces mostrarán los pasos siguientes de acuerdo al método elegido. Si la temperatura está fuera del rango aceptable un mensaje de error siguiente será exhibido:

```
Temperatura
Error XX.X °C
```

Un error de la temperatura indica que las condiciones ambiente no son convenientes para la medida. En este caso traslade el equipo a otro lugar donde la temperatura esté dentro del rango aceptable.

En el caso que el potencial de salida del electrodo esté fuera del rango aceptable, se mostrará el siguiente mensaje:

```
CAL ERROR
m V = xx
```

Presionando **<ENTER/ON>** el programa retornará al principio del proceso de análisis (**Analysis Loop**). (Vea "**CAL ERROR**" en la lista de mensajes de error de la sección de solución de problemas comunes)

### 5.3.2.2 Determinación del blanco

Todos los métodos pre-programados tienen la opción de utilizar los valores de blanco almacenados en el sistema. Si se ha considerado la toma de los valores en blanco para el método elegido, esta opción se presentará después de cada calibración. La pantalla mostrará:

USE BLANK  
YES/NO

Si “**NO**” es seleccionado, el programa irá al paso siguiente en el método descrito más abajo en el acápite de *Análisis*. Si se elige el “**SÍ**”, se le presentará la siguiente opción:

USE PREVIOUS  
BLANK YES/NO

Si se elige “**SÍ**”, tendrá la oportunidad de cambiar el valor del blanco almacenado en el sistema e incorporar un valor fijo:

USING BLANK OF  
0,00

Este número, en ppm de cloruro, puede ser corregido o ser aceptado presionando <**ENTER/ON**>. Luego el programa continúa al paso siguiente de análisis.

Si la opción “**NO**” es elegida, la pantalla pedirá que inserte la solución en blanco:

PUT PROBE INTO  
BLANK <ENTER>

La solución en blanco debe ser preparada como cualquier muestra; es decir, con todos los pasos y reactivos necesarios para una muestra, obviamente sin una muestra real<sup>4</sup>. Luego permita que la solución del Blanco alcance la temperatura ambiente. Inserte el electrodo en la solución, remueva suavemente por algunos segundos y permita asentarse. Con el electrodo en la solución, presione <**ENTER/ON**> o <**YES**>. Después de completar la medida, el resultado en blanco será exhibido como:

BLANK READING  
01.2

---

<sup>4</sup> Cuando prepare un blanco usando el solvente de extracción estándar para suelos (Standard Soil Extraction Solvent), NO añada agua del fondo del frasco

Después de presionar **<ENTER/ON>**, el programa continuará al paso siguiente del análisis. Un valor de Blanco medido no puede ser corregido, solamente los valores en blanco pre-almacenados en el sistema pueden ser corregidos.

### 5.3.2.3 Análisis

Prepare las muestras para el análisis según lo descrito en el acápite de "Preparación de la Muestra". Una vez que las muestras hayan sido preparadas, elija el método apropiado para el análisis y calibre el equipo. El sistema mostrará los datos o instrucciones acordes con el método elegido.

1. Cerciórese de que el método ha sido seleccionado adecuadamente, el instrumento está calibrado recientemente (incluyendo la determinación de la muestra en blanco) y que las soluciones para el análisis han alcanzado la temperatura ambiente (mantener al menos su climatización por un periodo de 5 minutos). La pantalla mostrará lo siguiente:

```
ANALYZE SAMPLE
Method name
```

Presione **<ENTER/ON>** para continuar con el siguiente paso:

```
SAMPLE ID (save)
simple id
```

Si la identificación de la muestra está correcta, proceda con el paso siguiente. Si no cambie la identificación según el procedimiento de *Ingreso de Datos*. La indicación "save" aparecerá en esta pantalla si la opción grabar puntos de referencias se ha seleccionado (véase a *Administración de de Datos*)

1. Quite el electrodo de la solución RINSE y limpie el cuerpo cuidadosamente con un tejido fino. NOTA: NO LIMPIE EL EXTREMO DEL ELECTRODO YA QUE PUEDE SER DAÑADO. Coloque el electrodo en el frasco que se analizará y remuévalo suavemente por varios segundos.
2. Presione **<ENTER/ON>**. El L2000DX tomará una serie de lecturas. Una vez que las lecturas hayan convergido en un valor constante, el resultado será mostrado junto con la información del método. Un beeper sonará indicando que el proceso de lectura ha terminado.
3. Para analizar muestras adicionales, presione **<ENTER/ON>**. El programa comprobará la temperatura ambiente y si todavía está dentro del rango permisible, el programa completará un nuevo ciclo comenzando nuevamente el análisis siguiente. Proceda tal como se describe en el numeral 1 para hacer la medida siguiente.
4. Las muestras se pueden almacenar para realizar el análisis posteriormente, en este caso los frascos deben ser encapsulados herméticamente. Una vez realizadas los análisis, las muestras deben ser desechadas. No re-analice las muestras ya procesadas.

5. Las pipetas y el aceite se deben disponer como residuos de PCB/Órgano-clorado. Las soluciones utilizadas durante el análisis se pueden disponer como basura acuosa ordinaria que contiene níquel.

#### 5.3.2.4 Ingreso de Datos

Todo el ingreso de datos al analizador L2000DX por parte del usuario es a través del teclado del panel con 16 teclas. Hay 12 teclas alfanuméricas y 4 teclas de función. Un sonido se generará para indicar que la información al presionar la tecla ha sido registrada por el procesador. Las teclas se activarán solamente cuando se requiere ingreso de información y actuarán apropiadamente acorde con la pantalla activa.

Cuando se requiere ingreso de datos numéricos, sólo los números indicados en las teclas serán activados. Para cambiar un número ingresado, utilice las teclas de flecha para mover el cursor a la localización deseada y presionar la tecla con el número correcto. Para el ingreso de una secuencia de texto, como el nombre del método o una identificación de la muestra, la tecla **ALPHA** debe ser presionada al mismo tiempo que las teclas de caracteres alfanuméricos. Cuando se presiona una tecla alfanumérica, el número asociado a ella será mostrado primero. La tecla **ALPHA** será presionada una vez, dos veces, o tres veces de cambiar el carácter hasta alcanzar la letra deseada. La presión continuada de la tecla **ALPHA** mostrará cíclicamente los caracteres, letras y el número mostrados en la superficie de la tecla. Por ejemplo: Presionando la tecla <7> mostrará primero el número "7". El cursor se moverá al espacio siguiente y, si la tecla ALPHA es presionada enseguida el "7" se cambiará primero en una "S", luego una "T", seguidamente una "U". (Al presionar la tecla < **ALPHA** > se completará el ciclo otra vez con el carácter "7" de nuevo) Una vez que se muestre el carácter deseado, presionar una tecla alfanumérica para ingresar el siguiente carácter sobre el cursor.

Si se tiene muestras cuyas identificaciones incluya un número que se incremente automáticamente para cada muestra sucesivamente, la asignación de los números de las muestras es mucho más fácil. Esto se logra usando "comodines" en la identificación de la muestra. Hay dos caracteres "comodines" que pueden ser utilizados. Éstos son "\*" y "?". Estos caracteres funcionan de igual manera como lo hacen en el sistema operativo DOS. Al ingresar "\*" en una identificación de una muestra se agregará un número automáticamente a la serie de identificación de la muestra. El número comienza en 00001 y se incrementará hasta el 99999. El signo "?" tiene la misma función que "\*" solamente que el número añadido tendrá solamente un número de dígitos igual al número de signos de interrogación digitados. NOTA: Corregir un número de identificación de la muestra generado con un "comodín" congelará el número en el valor actual y eliminará la función del comodín.

#### 5.3.2.5 Teclas especiales

Las teclas <NO y YES> funcionan ya sea como respuesta yes/no o como teclas de flecha para mover el cursor a través de cadena de caracteres de texto.

Las cuatro teclas de funciones especiales, **ALPHA**, **OPTION**, **BACK/OFF** y **ENTER/ON** se utilizan directamente para operar el programa. La tecla **ALPHA** se utiliza para ingresar una secuencia de texto. La tecla **OPTION**, de la primera o segunda pantalla, transferirá la operación del programa al menú de las opciones (**OPTIONS Menu**). Desde la pantalla de Resultados (**RESULT Screen**) en la Secuencia de Análisis (**Analysis Loop**), la tecla de **OPTION** es utilizada para ver los parámetros seleccionados en el actual "Método" activo. La tecla **BACK/OFF** es utilizada para salir de cualquier sección del programa, retrocederá sucesivamente las pantallas hasta la primera pantalla (**First Screen**) y finalmente para apagar el sistema. La tecla **ENTER/ON** encenderá el equipo y será utilizada para seleccionar las funciones o instrucciones que requiere el programa.

#### **5.3.2.6 Verificación del electrodo**

El electrodo es el componente más importante del sistema. Por lo tanto, es importante que esté mantenido correctamente y el proceso de inicialización (initial setup) determinará que tan bien está funcionando. Antes de encender el analizador L2000DX, asegúrese que el electrodo está conectado correctamente con la parte posterior de la unidad. Compruebe el nivel de llenado en el electrodo y, en caso de necesidad, rellene el electrodo con la solución de relleno Orion proveído con cada lote de reactivos. Para llenar el electrodo, inserte la extremidad del dispensador de la botella de la solución llenando el electrodo por el agujero lateral. Presione lentamente transfiriendo la solución en el cuerpo del electrodo hasta que alcanza el nivel del agujero de llenado.

Una vez que se haya llenado el electrodo, compruebe el potencial de salida del electrodo yendo al proceso de "**Diagnostics**" del menú de opciones (**OPTIONS Menu**). Enjuague y rellene el frasco RINSE con una solución fresca removiendo suavemente el electrodo en la solución por algunos segundos. Permitir que el electrodo se siente en la solución RINSE, verifique que la lectura del potencia milivoltios es mayor de 140 mV. Si la salida no alcanza al menos 140 mV dentro de un minuto, rellene el frasco RINSE con una solución fresca y vuelva a verificar el potencial de salida. Si esto no mejora el valor, rellene el electrodo con una solución fresca relleno.

## **6 Pautas para seleccionar muestras para análisis confirmatorio**

Las posibilidades de obtener falsos positivos en los análisis de PCB utilizando el Analyzer L2000DX, depende de la posibilidad de tener otras fuentes de cloro que finalmente son detectado por el equipo y detectar como posible concentración de PCB.

Durante la ejecución del proyecto se ha logrado tener un 9% de resultados positivos utilizando los Clor-N-Oil 50 ppm que se basa en el mismo principio de detección de PCB que el Analyzer 2000DX. De estos el 64% ha sido confirmado con CG que se trata de PCB con concentraciones por encima de 50 ppm lo que representa el 2% del universo. Desde este punto de vista, se recomienda que el 100% de los encontrados por encima de 50 ppm con el equipo Analyzer, sea luego confirmado con un análisis de CG.

## Anexos

---

## **7 Anexo N°1: Componentes del Analyzer L2000DX**

El L2000DX se envía en su propia caja protectora, completando todo el material o equipamiento necesario para su operación. Una vez recibido el analizador L2000DX, verifique por favor que todos los artículos enumerados a continuación están presentes y en buena condición de funcionamiento.

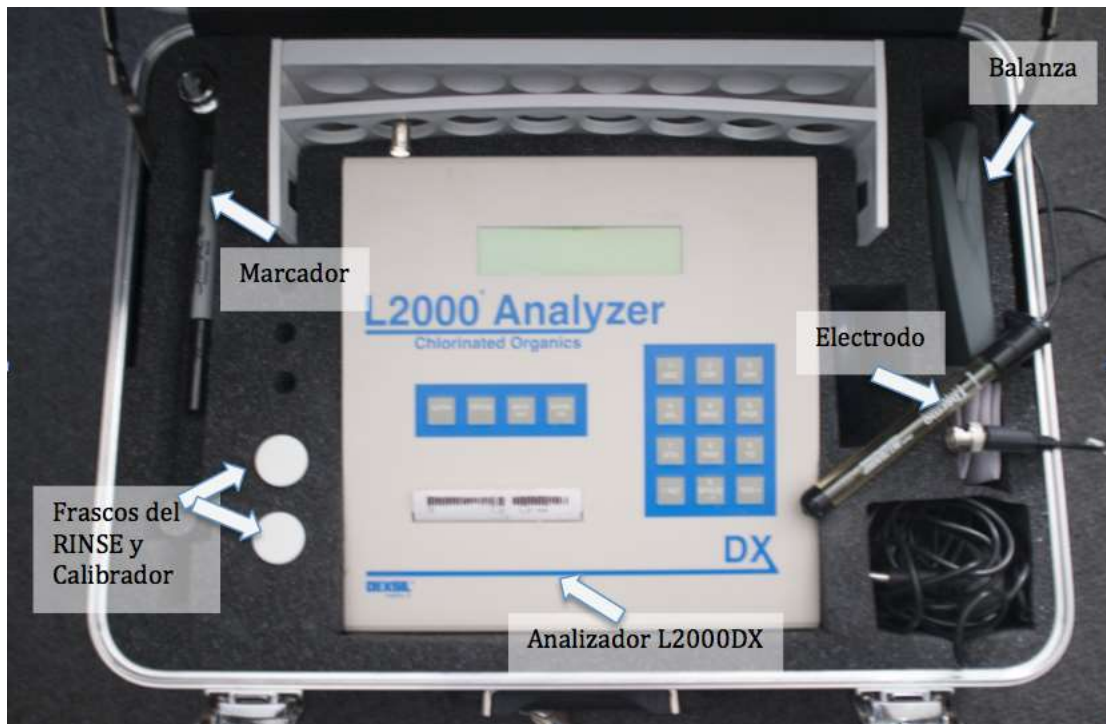
La caja del analizador L2000DX debe contener lo siguiente:

1. Analizador de PCBs L2000DX /analizador electrónicos de cloruros
2. Transformador de corriente AC-DC para suplir energía al equipo
3. Cable de transferencia de datos a una PC
4. Balanza electrónica portátil y un patrón de 100 g para la calibración
5. Pipeta de 5 ml
6. Estante para soporte de frascos
7. Reloj cronómetro
8. Marcador
9. Dos frascos vacíos de cristal de 20 ml para las soluciones de RINSE (ENJUAGE) y de CALIBRATION (CALIBRACIÓN)
10. CD con el software para el manejo de datos del L2000DX
11. Manual de instrucciones. Certificado de la calibración y el MSDS

Además de los artículos ya mencionados en la caja se envía:

1. Electrodo de Ion de Cloro
2. Paquete de dos cintas para pulir
3. Estante para soporte de tubos de ensayo

Para prevenir daños al instrumento debido a fugas o derrames de los reactivos utilizados en la preparación de la muestra, éstos se envían por separado. Los reactivos que se envían dependerán de la opción elegida por el cliente al momento de hacer la orden de compra. Las opciones disponibles para el L2000DX y los componentes contenidos en cada uno son las siguientes:



**Figura Nº 25: Componentes del Analyzer L2000DX**

#### 7.1.1 Opción 1: Reactivo para 40 pruebas del aceite

1. Una botella de 250 ml de solución para EXTRACCIÓN (EXTRACT)
2. Una botella de 250 ml de solución de ENJUAGE (RINSE)
3. Una botella de 250 ml de solución de CALIBRACIÓN (CALIBRATION)
4. Una botella de 60 ml con la solución de llenado del electrodo (Electrode Filling Solution)
5. Una bandeja de 40 frascos vacíos del cristal de 20 ml
6. Una caja de paños de tejido fino
7. Un estante ensamblado conteniendo:
  - 40 - filtros
  - 40 - pipetas
  - 40 - tubos de la reacción (tapas con dispensador negro)

#### 7.1.2 Opción 2: Reactivo para 20 pruebas del suelo (procedimiento estándar)

1. Una botella de 250 ml de solución de EXTRACCIÓN
2. Una botella de 250 ml de solución de la ENJUAGE
3. Una botella de 250 ml de solución de CALIBRACIÓN
4. Una botella de 60 ml con la solución de llenado del electrodo (Electrode Filling Solution)
5. Una caja de paños de tejido fino
6. Un contenedor con 40 celdas:
  - 20 - frascos vacíos de cristal de 20 ml
  - 20 - botellas que contienen el solvente de extracción de suelos

7. Un estante-ensamblado conteniendo:

- 20 - filtros
- 20 - pipetas
- 20 - tubos de la reacción (tapas con dispensador negro)
- 20 - cucharadas del metal para obtener muestras de suelos
- 20 - jeringas de plástico de 10 ml
- 20 - drying column (columna de secado)
- 20 - tubos de ensayo vacíos con tapas blancas

**7.1.3 Opción 2a: Reactivo para 20 pruebas del suelo (procedimiento de dos etapas de la extracción)**

1. Una botella de 250 ml de solución de EXTRACCION
2. Una botella de 250 ml de solución de la ENJUAGE
3. Una botella de 250 ml de solución de CALIBRACIÓN
4. Una botella de 60 ml con la solución de llenado del electrodo (Electrode Filling Solution)
5. Una caja de paños de tejido fino
6. Instrucciones
7. Un contenedor con 40 celdas:
  - 20 - frascos vacíos de cristal de 20 ml
  - 20 - frascos de tapa negra de 6 ml para agua
8. Un- estante ensamblado conteniendo:
  - 20 - tubos vacíos de suelos de 25 ml
  - 20 - embudos - filtro
  - 20 - pipetas
  - 20 - tubos de reacción con tapas del dispensador negras
  - 20 - frascos (para romper la tapa) que contiene el solvente de extracción para suelos
  - 20 - cucharadas del metal para obtener muestras del suelo
  - 20 - jeringas filtros

9. Instrucciones

**7.1.4 Opción 3: Reactivo para 20 pruebas de agua**

1. Una botella de 250 ml de solución de EXTRACCION
2. Una botella de 250 ml de solución de ENJUAGE
3. Una botella de 250 ml de solución de CALIBRACIÓN
4. Una botella de 60 ml con la solución de llenado del electrodo (Electrode Filling Solution)
5. Una caja de paños de laboratorio
6. Un contenedor de 40 celdas:
  - 20 - frascos vacíos de cristal de 20 ml
  - 20 - botellas del iso-octano

7. Un estante ensamblado conteniendo:

- 20 - filtros
- 20 - pipetas
- 20 - tubos de reacción (tapas con dispensador negro)
- 20 - tubos de ensayo vacíos con las tapas blancas

8. Un set de instrucciones

**7.1.5 Opción 4: Reactivo para 20 pruebas de wipe**

1. Una botella de 250 ml de solución de EXTRACCION
2. Una botella de 250 ml de solución de ENJUAGE
3. Una botella de 250 ml de solución de CALIBRACIÓN
4. Una botella de 60 ml de la solución relleno del electrodo
5. Una caja de paños de tejido fino
6. Dos pares de anteojos de seguridad (1 par/10 pruebas)
7. Dos pares de guantes de neopreno (1 par/10 pruebas)
8. Un estante-ensamblado conteniendo:

- 20 - filtros
- 20 - pipetas
- 20 - tubos de reacción (tapas con dispensador negro)
- 20 - ampollas de hexano
- 20 - tubos de ensayo vacíos con las tapas de dispensador blancos

9. Una caja conteniendo:

- 20 - cojines de gasa en frascos del cristal de 20 ml
- 20 - botellas de cristal de 10 ml que contienen el solvente de extracción (isooctano)

10. Una caja conteniendo:

- 20 - frascos vacíos de cristal de 20 ml
- 20 - pinzas

11. Instrucciones.

## 8 Anexo Nº 2: Operación de las opciones del L2000DX

Con excepción del ciclo de análisis **Analysis Loop**, todas las funciones del programa del L2000DX podrán ser operadas a través del Menú de Opciones (**OPTIONS Menu**). Las opciones disponibles son:

- 1) METHOD - CREATE/EDIT
- 2) HEADER INFORMATION
- 3) DATA MANAGEMENT
- 4) PRINTER OPCIONS
- 5) TIME AND DATE
- 6) DIAGNOSTICS
- 7) PC UPLOAD
- 8) SET TEMP

El Menú de OPCIONES (**OPTIONS Menu**) es accionado presionando <**OPTION**> en la primera pantalla (**First Screen**) o al momento de seleccionar el método de análisis (**SELECT METHOD Screen**). Una vez en el Menú de OPCIONES (**OPTIONS Menu**), cada opción será mostrada por 3 segundos y continuará mostrando las opciones cíclicamente por 3 minutos o hasta una opción sea elegida. Una opción será elegida presionando el número apropiado para la opción deseada.

### 8.1 Creando y editando un método

La gran ventaja del analizador L2000DX es su flexibilidad para desarrollar los métodos de análisis en el instrumento. Un “método” es el suficiente y completo número de parámetros necesarios para convertir una lectura de cloruro en una muestra en un valor que muestre exactamente la cuantificación del analito objetivo. Se ha pre-programado en el analizador un número de métodos de análisis de muchos contaminantes ambientales comunes. Estos métodos pueden ser modificados o se puede incluir métodos nuevos que son hechos por encargo y a pedido del cliente.

Cada método requiere fijar grupos de 8 parámetros. Estos parámetros son determinados dependiendo de la composición de la muestra y el proceso químico seguido para su preparación y/o la extracción usada para introducirla en el sistema. Estos pueden ser calculados desde parámetros conocidos o ser determinados a través de experimentos empíricos preliminares. Los parámetros más comunes de los métodos y a sus rangos permisibles se muestran a continuación.

Parámetro	Gama de valores
Substracción de muestra en blanco	yes/no
Contenido de clorados	10-99,9
Corrección del tamaño de la muestra	0,01 -99,9
Corrección de la eficiencia de la extracción	0,01 -99,9

Parámetro	Gama de valores
Matriz	Aceite, suelo, agua, wipe
Unidades	ppm, mg/kg / ppb, ug/dm <sup>2</sup>
Etiqueta del analito	Texto con 16 caracteres alfanumérico
Nombre del método	Texto con 16 caracteres alfanumérico

Para crear un nuevo método o editar un método existente elegir 1) "**METHOD CREATE/EDIT**" del Menú de OPCIONES (**OPTIONS Menu**). Elija pues ya sea 1) "**EDIT METHOD**" para editar un método existente o 2) "**CREATE NEW**" para crear un nuevo método. Al elegir 2) "**CREATE NEW**" se iniciará la selección de los parámetro para el nuevo método. Si se elige 1) "**EDIT METHOD**" se mostrara lo siguiente:

```
CHOOSE METHOD: x
method names
```

Para seleccionar el método a editar. Los nombres de los métodos existente pueden ser mostrados presionando <<**NO**> para mostrar las opciones anteriores y <<**YES**>> para mostrar los siguientes. Una vez que se muestre el método deseado, presione <<**ENTER/ON**> para seleccionarlo y se mostrará además las siguientes opciones:

```
1) MODIFY METHOD
2) DELETE METHOD
```

Escogiendo 2) "**DELETE METHOD**" eliminaremos el método seleccionado. Esta es la única manera de borrar los métodos que no se deseen. (NOTA: Métodos Pre-programados en el equipo no podrán ser eliminados, por lo tanto solamente se podrán eliminar los creados por el usuario). Seleccionado 1) "**MODIFY METHOD**" se podrá iniciar la edición de los parámetros del método. Después de esta pantalla el proceso para la edición y creación de un método es el mismo.

### 8.1.1 Extracción de la muestra en blanco

El primer parámetro exhibido será:

```
BLANK SUBTRACT
YES OR NO
```

Aceptando la substracción del blanco se permite la substracción del reactivo neutro o blanco, si lo hay, desde un cloruro sin tratar exhibiendo el valor antes de finalizar el proceso. Cuando la sustracción del blanco está encendido, se requerirá que la medida en blanco sea ingresada ya sea midiendo éste directamente, utilizando un valor previamente grabado en el sistema o introduciendo un nuevo valor. Durante el análisis, si se sustrae un valor del blanco los resultados se mostrarán exhibiendo una "B" en la esquina superior de la pantalla.

### 8.1.2 Contenido de cloro

El parámetro siguiente que puede ser ingresado es el contenido de cloro en el analito objetivo.

% CHLORINE XX.X

99,9%

El dato de ingreso es un porcentaje, este parámetro se utiliza para convertir la lectura total del cloruro en una concentración equivalente del analito antes de mostrar el resultado.

### 8.1.3 Corrección del tamaño

La corrección del tamaño se utiliza para ajustar los resultados al tamaño de muestra usada para el caso de un análisis en particular. El tamaño de muestra asumido es 5 gramos en el caso de una muestra líquida, 10 gramos para una muestra del suelo y 1000 cm<sup>2</sup> para las muestras del wipe. La corrección será calculada con el cociente del tamaño de muestra previsto y el tamaño real de muestra. Por ejemplo, si se utiliza una muestra de 5 gramos para el análisis de suelo, la corrección sería 10/5 o 2. NOTA: En el análisis de aceite del transformador, la muestra se toma típicamente de manera volumétrica, por lo tanto, una corrección para la densidad del aceite se incorpora en todos los métodos pre-programados. La densidad de un líquido dieléctrico típico usado en transformador Diala-A, es 0,8833 g/cc. El multiplicador del tamaño, asumido en cada método de aceite es entonces  $1/0,8833 = 1,13$ . Esto permite que los resultados sean mostrados en mg/kg (también se puede mostrar en ppm). La pantalla de la corrección del tamaño es:

SIZE MULTIPLIER

1,13

### 8.1.4 Corrección debida a la eficiencia de la extracción

Debido a que hay más de una forma de extracciones durante la preparación de muestras a ser medidas, una corrección por eficiencia de la extracción se ha considerado como uno de los parámetros del método, en la pantalla se mostrará:

EXTRACTION MULT

1,11

La corrección se incorpora como un multiplicador aplicado al resultado final. Por ejemplo la recuperación de iones de cloruro a partir de fases orgánicas al final de la extracción de muestras de aceite es de 90%. Para caso de las muestras del aceite éste es el único paso de extracción, por lo tanto, el multiplicador de corrección será 1/0,90 o sea, 1.11. La eficiencia típica en la extracción en muestras de suelos es del 80%. Combinado este valor con el de la recuperación del cloruro

de 90% la corrección total de la extracción será entonces: (1 (0,80 x 0,90)) o sea, 1.39.

### 8.1.5 Matriz

La etiqueta de la matriz que corresponde al tipo de muestra aparece en la información del encabezado. Las etiquetas de matrices disponibles son:

- |                 |                 |
|-----------------|-----------------|
| 1) ACEITE (OIL) | 2) SUELO (SOIL) |
| 3) AGUA (WATER) | 4) PAÑO (WIPE)  |

Para elegir la etiqueta de la matriz incorpore el número de la opción a que corresponde la matriz y presione **<ENTER/ON>**. NOTA: Esto selecciona solamente una etiqueta. Al elegir una matriz no significa que se fije factores numéricos de conversión. Éstos deben ser fijados separadamente.

### 8.1.6 Unidades

Las unidades de los valores que se utilizan durante un particular método son mostradas en la pantalla, impresa o almacenada en la memoria del equipo. Para elegir el sistema de unidades presione el número para las unidades deseadas. Las opciones disponibles son:

- |        |                       |
|--------|-----------------------|
| 1) ppm | 2) mg/kg              |
| 3) ppb | 4) ug/dm <sup>2</sup> |

Cualquiera de las unidades se pueden utilizar para las diversas matrices, sin embargo, ug/dm<sup>2</sup> solamente tiene significado para las muestras del wipe (superficie). Las unidades "ug/dm<sup>2</sup>" es una denominación corta de microgramos por decímetro cuadrado que es equivalente a microgramos por 100 centímetros cuadrados, es decir, 1 ug/dm<sup>2</sup> = 1 ug/100 cm<sup>2</sup>.

### 8.1.7 Etiqueta del Analito

La etiqueta del analito puede ser mostrada utilizando 16 caracteres y aparecerán mostrando su concentración equivalente asumiendo que todos los clorados encontrados en la muestra corresponden al Analito. La pantalla mostrará:

```
ANALYTE LABEL
analyte label
```

Este campo se puede dejar en blanco; sin embargo, se recomienda ingresar el nombre del Analito ya que ésta es la única manera de mostrar esta identificación al momento de dar los resultados

### 8.1.8 Nombre del método

Después de que se hayan seleccionado todas las variables, será necesario que el usuario ingrese el nombre del método que será almacenado en la memoria:

```
METHOD NAME  
method name
```

Debe haber solamente un nombre único asociado a cada método. Si se ingresa un nombre que corresponde a un método existente, se mostrará el aviso:

```
EXISTING METHOD  
OVERWRITE IT?
```

Si elige la opción "**YES**" el nuevo método reemplazará al existente. (NOTA: Los métodos Pre-programados no pueden ser renombrados ni reemplazados. Si éstos son modificados se deberán almacenar como nuevo método). Si selecciona la opción "**NO**" el programa retornará a la instrucción **METHOD NAME** para ingresar un nuevo nombre del archivo. Una vez que se haya seleccionado un nombre válido del método, la operación del programa volverá al menú de OPCIONES (**OPTIONS Menu**).

## 8.2 Identificación

Asociado a cada lote de datos o muestras se describe importante información que se requiere para la clasificación de la data más adelante. Adicionalmente a la información del método, la fecha, la hora etc., hay espacio que puede ser utilizado para ingresar otra información. Cada campo acepta 16 caracteres alfanuméricos utilizando el teclado del equipo tal como se describió en el acápite Ingreso de Datos (**Entering Data**). Los campos disponibles son:

```
Operator ID  
Customer ID  
Job ID  
Location ID  
Comments
```

Si se cambian alguno de estos parámetros se reemplazará los actuales registros y será almacenado en la memoria para ser relacionado a los datos que corresponden, así como para la impresión de los resultados si la impresora esta activada. Cada uno de los campos puede ser corregido a través de sus correspondientes pantallas. Los textos se ingresan tal como se describe en el acápite Ingreso de Datos (**Entering Data**).

Cuando se imprime el encabezado mostrará la siguiente información:

```

TIME (hh:mm) DATE (mm/dd/yyyy) OPERATOR ID
      CUSTOMER ID      JOB ID
      LOCATION          COMMENTS
      METHOD NAME        MATRIX
BLANK SUBTRACT: (YES/NO, IF YES: value)
                                ANALYTE LABEL
                                CHLORIDE ANALYTE
SAMPLE ID      READING      CONCENTRATION

```

Presionando la tecla <2>, en la pantalla del Menu de Opciones (**OPTIONS Menu**) se iniciará la edición de la información del encabezado con lo siguiente:

```

HEADER SETUP
<BACK> TO RETURN

```

Presionando <**ENTER/ON**> se continuará con el siguiente paso:

```

OPERATOR ID
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

```

Después de editar el texto, presionar <**ENTER/ON**> para permitir la edición del siguiente campo:

```

CUSTOMER ID
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

```

Después de editar el texto, presionar <**ENTER/ON**> para permitir la edición del siguiente campo:

```

JOB ID
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

```

Después de editar el texto, presionar <**ENTER/ON**> para permitir la edición del siguiente campo:

```

LOCATION ID
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

```

Después de editar el texto, presionar <**ENTER/ON**> para permitir la edición del siguiente campo:

```

COMMENTS
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

```

Después de editar **COMMENTS**, presione **<ENTER/ON>** para colocar el programa de nuevo en la primera pantalla de determinación (**HEADER SETUP**). Presionando **<BACK/OFF>** el programa saltará al Menú de Opciones (**OPTIONS Menu**) o presionando **<ENTER/ON>** comenzará nuevamente el proceso de edición.

### 8.3 Administración de datos

Una serie de opciones para la administración de datos están disponibles para el usuario. Éstas pueden ser seleccionadas desde el menú de Administración de Datos (**DATA MANAGEMENT**). Las opciones de administración de datos son independientes del método seleccionado y se mantienen hasta que sean cambiados al seleccionar una nueva opción. Para el acceso del Menú de Administración de Datos (**DATA MANAGEMENT**) se debe presionar la tecla **<3>** en el Menú de Opciones (**OPTIONS Menu**). La primera opción es:

STORE EACH  
POINT (Y/N)?

Activando esta opción presionando **<YES>>** los datos de cada test será almacenada en memoria permanentemente. Los resultados de estos puntos de referencias se almacenarán junto con toda la información del método y la información asociada como es el caso de la referida al encabezado. Esta opción esta activada al inicio para almacenar los datos en cada punto de referencia, por lo tanto esto operará de esta manera automáticamente a menos que se cambie esta opción. Presionando **<<NO>** se desactivará esta opción y no se almacenará ningunos otros datos a menos que esta sea activada otra vez.

Una vez elegida la opción del almacenamiento de datos la pantalla siguiente es:

CLEAR DATA  
MEMORY (Y/N)?

Esta opción se debe utilizar periódicamente para limpiar la memoria de datos antiguos que ya no se desean mantener o han sido transferidos. Al elegir esta opción se borra todos los datos e información general reformateando la memoria de datos. Sin embargo la información general de encabezado actualmente activada así como el método asociado no se alteran. Después de elegir esta opción, una confirmación será requerida antes de que los datos sean borrados realmente:

ALL DATA WILL BE  
LOST. PROCEED?

El presionando **<YES>>** o **<< NO>** se terminará con esta opción retornando al Menú de Opciones (**OPTIONS Menu**).

## 8.4 Opciones de la impresora

La opción implícita para la impresora es imprimir todos los puntos de referencias luego que estos son generados. Siempre que la información general del encabezado sea editada se imprimirá de nuevo. Siempre que una impresora externa esté conectada al puerto de impresora (en la parte posterior de la unidad) todo el listado será dirigido a la impresora externa.

La primera opción bajo 4) *PRINTER OPTIONS* es:

```
PRINT POINTS  
WHEN TAKEN(Y/N)?
```

Al presionar <YES>> se imprimirá cada dato o punto de referencias al ser este generado. (Esta opción se refiere solamente a la impresión de datos en el proceso de análisis [*Analysis Loop*]). La impresión de puntos de referencias almacenados es la opción siguiente). Esta opción se puede desactivada para ahorrar energía de la batería cuando se opera en el campo. También se desactivará automáticamente si existe una condición de baja potencia. Adicionalmente se desactivará la impresora presionando <<NO> dando lugar a que ningún dato sea impreso durante el proceso de análisis. Para obtener una copia impresa de los datos, éstos se pueden imprimir al final de la jornada.

Para imprimir los datos que hayan sido almacenados, presione <YES>> en la pantalla:

```
PRINT LAST XXXX  
POINTS
```

Eligiendo esta opción se hará que los últimos XXXX puntos de referencias almacenados sean impresos en la impresora interna o externa. Implícitamente este valor XXXX refiere a todos los datos almacenados. Este número (XXXX) se puede editar usando el teclado numérico.

Para imprimir la información general de encabezamiento, presione <YES>> en la pantalla:

```
PRINT HEADER NOW  
(Y/N)?
```

Esta opción imprimirá toda la información general de encabezamiento en la impresora actual.

La última opción de impresión es imprimir los parámetros del método. En la pantalla:

PRINT METHOD NOW  
(Y/N)

Presione <YES>> para imprimir el método.

## 8.5 Fecha y hora

Para cambiar la fecha y/o la hora, elegir esta opción e incorporar la información correcta en los campos indicados. La primera opción a cambiar es:

TIME XX:XX  
hh: mm <ENTER>

Ingrese la hora usando el formato de hora de 24 h seguido de los minutos. Cuando se termine de ingresar la hora actual, esta será mostrada brevemente para luego pasar a la siguiente pantalla:

DATE mm/dd/yyyy  
mm/dd/yyyy <ENTER>

Ingrese la fecha iniciando con el mes, el día con dos dígitos y finalmente el año con cuatro dígitos.

## 8.6 Diagnóstico

Esta opción se debe utilizar para comprobar periódicamente el potencial de salida del electrodo, por ejemplo al principio de cada día o si el electrodo se ha almacenado por un período prolongado de tiempo. También se utilizará este procedimiento cuando ocurra un error del electrodo, esta opción permitirá que el usuario verifique la avería y tome una acción correctiva. Una vez que se haya elegido esta opción, el L2000DX comenzará a medir el voltaje de salida del electrodo y exhibirá los resultados junto con la temperatura ambiente.

DIAGNOSTICS x,xx  
xx,x mV xx °C

## 8.7 Descarga de datos

Seleccionar esta opción para descargar datos almacenados a una PC. El administrador de datos de la L2000DX debe descargar la información a una PC. (Véase a *Administración de datos de L2000DX*.)

Para descargar los datos, primero conecte el analizador L2000DX con la PC usando el cable de descarga proporcionado. Una vez que esté conectado, seleccione la opción 7) PC UPLOAD presionando <7> en el Menú de Opciones. La pantalla cambiará a:

BEGIN UPLOAD  
<BACK> TO STOP

Entonces, desde la PC, elija BEGIN UPLOAD para comenzar el descargar.

### 8.8 Fijación de la temperatura

Esta opción permite el ajuste del termómetro interno. Al ajustar el termómetro del L2000DX, las medidas de la temperatura que resultan son tan exactas como el termómetro usado para el ajuste.

Para ajustar el termómetro interno, elija 8) *SET TEMP* presionando <8> del Menú de Opciones. El L2000DX comprobará la temperatura actual y exhibirá el resultado en la pantalla:

INPUT TEMP IN °C  
XX,X °C (RAW)

ingrese la temperatura seguida de <**ENTER/ON**>. La temperatura ajustada será exhibida con el mensaje:

NEW TEMP TO USE  
XX,X °C OK (Y/N)?

NOTA: Un ajuste permite una precisión de  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ . Si la temperatura que se ingrese es mayor que este valor el sistema fijará el valor máximo permitido.

## 9 Anexo Nº3: Administración de datos con el L2000DX

### 9.1 Introducción

El administrador de datos del L2000DX es un programa base de datos para PC diseñado específicamente para el analizador L2000DX. El programa proporciona cuatro capacidades básicas: almacenamiento de datos y descarga de los mismos, generación de reportes, funciones para exportación de datos y funciones básicas para hacer el seguimiento y manejo de uno o más equipos L2000DX.

### 9.2 Instalación

Para instalar al administrador de datos: Inserte el CD del programa en la lectora de CD de la computadora y ejecute el archivo "setup.exe". El programa de instalación le proporcionará las instrucciones necesarias para completar la instalación. Es recomendable instalar el software en una computadora con plataforma Windows XP.

### 9.3 Descarga de Datos

Cada vez que usted descarga datos de una unidad particular L2000DX, el software lee en la unidad la última fecha que la memoria fue despejada, el equipo almacena esta fecha para futuras referencias. También almacena el número de registros realizados últimamente. La próxima vez que usted descargue datos de la misma unidad, el software comparará la fecha que lee en la unidad con la fecha almacenada. Si son iguales, continúa descargando en la misma dirección asumiendo que se trata del mismo equipo y eliminando cualquier posibilidad que se produzca duplicación de datos. Si las fechas son diferentes, el software asume que usted ha limpiado la unidad y procederá a descargar los datos como un expediente nuevo.

Observe que el software no pierde de vista unidades múltiples L2000DX leyendo en cada unidad su número de serie único proveído por la fábrica.

Para descargar datos de un analizador L2000DX, conecte el analizador con la PC utilizando el cable proveído y seleccionando 7) PC UPLOAD en la unidad L2000DX. Una vez que la unidad esté conectada y aliste para la descarga elija **Upload** del Menú de **Comunicate** en la PC. Elegida esta opción se abre la ventana de descarga de la unidad (**L2000DX Upload**). Una vez que esta ventana está abierta presione **OK** para autorizar la operación. El programa entrará en contacto con el analizador L2000DX y comenzará la descarga de datos almacenados.

Si usted desea cancelar el proceso, presione la **X** en la esquina derecha superior de la ventana, con ello se interrumpe la operación de transferencia y se mostrará la ventana con el mensaje de estado de la comunicación.

## 9.4 Selección de datos

Al elegir **Selection** en el menú de barra el programa solicitará que defina los criterios de selección de datos (**Define Sample Selection**) en la ventana de diálogo. Luego usted podrá elegir y ver solamente los datos con los criterios de filtro que establezca usando combinaciones de ellos.

Nota: Estos filtros afectarán tanto la exposición en pantalla como la impresión y la exportación de datos.

### 9.4.1 Selección de Filtros

Esta opción del menú que se encuentra en el extremo izquierdo contiene cuatro elementos: **Header**, **Customer**, **Job** y **Location**. Anote y seleccione los filtros que desea utilizar. Usted no puede combinar **Header** con ninguno de los otros tres filtros, no obstante los otros tres se pueden utilizar en cualquier combinación. Cuando usted selecciona uno de los filtros, el menú desaparecerá exhibiendo los valores solicitados.

### 9.4.2 Header Range Filter

Esta opción le permite elegir el rango de datos con número consecutivo de Header. Estos números (comienzo y final) deben ser diferentes, y el número del final debe ser mayor que el número inicial.

### 9.4.3 Filtro de rango de la muestra

Esta opción le permite elegir un rango de referencia consecutiva **Ref. #s**. El comienzo y el final pueden ser iguales, pero el último número debe ser mayor que el número de inicio.

A la medida que usted hace la selección de varios filtros, los datos del L2000DX cambiarán reflejando su selección, mientras que la ventana de diálogo está abierta.

El administrador los datos del L2000DX combina los filtros de modo que la selección de datos sean exhibidos, impresos o exportados satisfaciendo los requerimientos. Por ejemplo, si usted selecciona que se filtre en base a los campos **Customer y Job**, usted verá solamente los datos con el cliente elegido.

Tan pronto como usted seleccione cualquier filtro, aparecerá un botón para eliminar la acción de todos los filtros (**Clear All Filter**) esta opción además aparecerá en la pantalla de diálogo del L2000DX, de esta manera usted podrá eliminar la acción de los filtros sin necesidad de volver al diálogo para definir los criterios de selección (**Define Sample Selection**).

## 9.5 Generación de un reporte

Al elegir la opción de imprimir un reporte (**Print Report**) en el Archivo (**File**) el menú emergente le permitirá establecer el formato de la página que se utilizará

**(Report Page Format)**. Esta ventana permitirá que usted especifique un título para su reporte.

En el campo de edición podrá ingresar texto de hasta 70 caracteres que se centrarán en el encabezamiento del reporte.

Podrá tener además una vista previa del reporte seleccionando la opción (**Print Preview**). Usted puede además elegir la opción de imprimir el reporte desde la pantalla previa.

Podrá activar la opción de cancelación (**Cancel**) para rechazar la opción de diseñar el formato de página del reporte (**Report Page Format**).

## 9.6 Exportación de datos

Para exportar datos a una hoja de cálculos de Microsoft Excel, elija **Export** desde un archivo (**File**). Esto abrirá la ventana de dialogo de "Grabar como" (**Save as**) para permitir que usted elija la localización y grabar los datos activos en un formato de la hoja de cálculo de Microsoft Excel.

## 10 Anexo Nº4: Mantenimiento y solución a problemas de operación

### 10.1 Cuidado y mantenimiento

Su L2000DX ha sido diseñado para fácil empleo, alta confiabilidad y mínimo mantenimiento. Siguiendo las instrucciones siguientes usted debe poder obtener máxima vida del electrodo y instrumento en si

#### 10.1.1 Cambio de Papel

1. Apague el analizador L2000DX y desenchufe el equipo de la energía eléctrica, si está alimentado por CA. Dé la vuelta al analizador, colocándolo en una superficie completamente lisa, luego quite la tapa del fondo que da el acceso al papel.
2. Quite el rollo de papel vacío agarrándolo con la mano por la parte central. Con la otra mano, empuje suavemente a un lado el soporte de papel hasta extraer el rodillo. Esto liberará un extremo del eje. Continúe levantando el rodillo del soporte hasta que está libre.
3. Quite el eje de la base del papel gastado e insértelo en el nuevo rollo de papel.
4. Con el analizador L2000DX todavía al revés y el acceso de papel al lado derecho, deslice el analizador hacia el borde de la mesa hasta que sobresalga al borde lo suficiente como para que la ranura de papel en panel de teclado sea accesible. **NO PERMITIR QUE LA UNIDAD SOBRESALGA DEMASIADO QUE PUEDA CAER.**
5. Instale el nuevo rodillo de papel en el soporte con el extremo flojo del papel hacia arriba. (La superficie tratada debe estar hacia la tapa del papel). Agarrando el rodillo por el centro, deslice el rodillo entre los soportes hasta que los extremos del eje encajen a presión en dichos soportes. Mientras que empuja el rodillo de papel puede ser necesario acomodar el rodillo de papel hacia los lados para lograr que se ajuste en sus soportes adecuadamente. Una vez en su lugar, el rodillo debe hacer girar libremente y quedar fijo en su sostenedor.
6. El papel debe estar ahora instalado en sus soportes con el extremo libre de papel encima del rodillo. Con el extremo libre del papel doble las esquinas de su extremo para formar una punta de 45 grados en el extremo. Si no hay un extremo suelto debe buscar el comienzo de la cinta papel en el rodillo despegándola y proceda como se explico antes.
7. Coloque el papel haciendo pasar el extremo del mismo a través del circuito hasta que éste sobresalga por la ranura de papel. Deje que sobresalga aproximadamente 1 pulgada de la ranura sobresaliendo por la parte delantera del analizador.
8. Tire suavemente del papel a través de la parte frontal del analizador hasta que una sección de papel este expuesta.
9. Si el papel no sale por la parte frontal del analizador, quite el papel y revise el procedimiento que se describe en el numeral 7.

10. Una vez que el papel este instalado adecuadamente substituya la puerta de acceso de papel y coloque el analizador sobre su base.

#### **10.1.2 Cuidado general**

No permita que el instrumento se moje. Como cualquier instrumento electrónico, el agua destruye los componentes del L2000DX. Almacene el instrumento en su estuche cuando no esté en funcionamiento y no lo exponga a los ambientes extremadamente húmedos.

Tenga cuidado de no derramar las soluciones y reactivos sobre el instrumento. Estos son ácidos y destruirán rápidamente los circuitos si entran en contacto con él. Si las soluciones se derraman sobre el instrumento, apague el equipo rápidamente y limpie con un paño húmedo. No almacene las soluciones en la misma caja que con el instrumento, cualquier derrame puede causarle daños serios. Esto es particularmente importante cuando el instrumento debe ser transportado.

Al usar el L2000DX donde se disponga de corriente ALTERNA, opere el instrumento con el adaptador de la CA. Esto prolongará la vida de la batería y asegurará que la batería está siempre cargada.

Almacene siempre el L2000DX con la batería completamente cargada. (La batería totalmente descargada tomará aproximadamente 6-8 horas para completar la carga completamente.)

Si el L2000DX debe ser almacenado por períodos prolongados de tiempo, es importante cargar periódicamente la batería. Esto prolongará la vida de la batería y asegurará que el analizador esté siempre listo para usar.

Proteja el analizador contra cargas eléctricas estáticas. El teclado numérico y la carcasa son aislados del circuito interno por lo que no serán susceptibles descargas de electricidad estática. Sin embargo, al conectar el electrodo bajo ciertas condiciones ambientales es posible que se produzcan descargas de electricidad estática del sistema de administración de energía. Antes de conectar el electrodo, primero toque el anillo externo del conector BNC del equipo con una mano mientras que sostiene el conector del metal del electrodo con la otra. Luego conecte el electrodo con el analizador.

El L2000DX analiza PCBs/Organo Clorados a través de la detección del total de cloro en una muestra. Es importante, por lo tanto, mantener cualquier fuente extraña de elementos clorados lejos del instrumento y de las soluciones y reactivos. Tome precauciones extras cuando trabaje cerca de cuerpos de agua de mar o bajo condiciones de extrema humedad o calor para eliminar la posibilidad de contaminación. Nunca retorne las soluciones usadas de calibración (CALIBRATION), de enjuague (RINSE) o de extracción (EXTRACT) al envase original ya que se podría contaminar la botella entera.

### 10.1.3 Cuidado y mantenimiento del electrodo

El electrodo es el componente más sensible del sistema L2000DX. El cuidado que se debe tener es principalmente para no dañar la membrana de detección en el extremo del electrodo. Si se daña o se contamina este extremo es posible restaurar la respuesta del electrodo puliéndolo. Para pulir el electrodo, quite una de las membranas para pulir de la de la caja del instrumento y colóquela en una superficie sólida y plana con el lado abrasivo para arriba. Ponga una o dos gotas de la solución para enjuague (RINSE) o agua destilada sobre la superficie abrasiva. Con el electrodo en posición perpendicular a la tira abrasiva, pula la extremidad del electrodo moviéndolo suavemente siguiendo un trazo circular por cerca de 30 segundos. Aplique una presión constante, pero no presione demasiado el electrodo. Cuando esté acabado, enjuague el electrodo por cinco minutos en la solución de la enjuague (RINSE). Las cintas o membranas abrasivas se pueden reutilizar varias veces. **NOTA: NO REALICE EL PROCEDIMIENTO DE PULIDO DEL ELECTRODO FRECUENTEMENTE. LOS ELECTRODOS DEBEN SER PULIDOS SOLAMENTE CUANDO ES NECESARIO.**

Cuando un electrodo no será utilizado por un período de más de una semana o por un período indefinido, drene la solución del electrodo, limpie el interior con un chorro de agua destilada una o más veces y almacénelo seco con el casquillo negro protector de la membrana de detección. Cerciórese de seguir los procedimientos para restaurar los electrodos antes de usar el electrodo otra vez (véase *Restauración del electrodo después de largos periodos de almacenamiento*).

Por otro lado, no se debe permitir que la solución del electrodo se evapore causando su cristalización. Para períodos del tiempo cortos entre las medidas incluyendo hasta un almacenamiento de una semana, mantenga la solución de llenado en el electrodo y mantenga el electrodo sumergida en la solución de enjuague (RINSE). (NOTA: En el caso de períodos de tiempo mayores a 12 horas [durante la noche] o periodos entre medidas más largos, drene la solución de relleno del electrodo, agregue una nueva solución por el agujero de llenado, y comience con la solución fresca de enjuague.)

## 10.2 Solución de problemas

### 10.2.1.1 El instrumento no enciende.

1. La batería esta sin carga. Enchufe el adaptador de la CA y reintente.
2. El circuito administrador de energía se ha sobrecargado y se ha bloqueado debido a una descarga eléctrica estática severa durante la conexión del electrodo. Abra la parte posterior del instrumento quitando los cuatro tornillos principales. Desconecte la batería y vuélvala a conectar. El analizador debe encender de manera normal (la hora y la fecha se habrá perdido se debe fijar nuevamente). Siga el procedimiento establecido para el Cuidado del Electrodo para conectarlo nuevamente.

**10.2.1.2 El instrumento enciende pero se han perdido la hora y la fecha.**

1. El circuito administrador de energía se ha sobrecargado y se ha reinicializado. Esto es muy probablemente debido a una descarga eléctrica estática durante la conexión del electrodo. Vuelva a ingresar la hora y la fecha y proceda con la operación del instrumento. Siga el procedimiento descrito para conectar el electrodo. Compruebe el potencial de salida de electrodo utilizando la opción de DIAGNOSTIC.
2. La batería se ha desconectado y se ha vuelto a conectar, inicializado nuevamente el circuito administrador de energía. Proceda como se describe arriba.

**10.2.1.3 El instrumento se apaga al conectar el electrodo.**

1. Una gran descarga de electricidad estática ha sobrecargado el circuito de administración de energía. Encienda el analizador de manera normal. El ciclo normal mostrará en la pantalla la hora y de la fecha. Siga el procedimiento descrito para conectar el electrodo.

**10.2.1.4 El instrumento no proporciona una lectura de potencia (milivoltio), durante el "DIAGNÓSTICO" después de que el electrodo ha sido conectado.**

Compruebe que el electrodo contenga suficientemente solución de llenado. Si está vacío o nivel bajo, rellene el electrodo según lo descrito en: **Restauración del electrodo después de largos periodos de almacenamiento.**

1. Cerciórese de que el extremo inferior (al menos media pulgada o un centímetro) del electrodo esté sumergido totalmente en la solución de enjuague (RINSE).
2. Compruebe el cable para saber si hay conexiones flojas.

**10.2.1.5 La lectura del potencial de salida (milivoltio) no es mayor a 140 milivoltios.**

1. Substituya la solución de la enjuague (**RINSE**), y remueva el electrodo por varios segundos antes de dejar que la lectura estabilizarse.
2. Substituya la solución de relleno del electrodo según lo descrito en: **Restauración del electrodo después de largos periodos de almacenamiento.**
3. Pula el extremo del electrodo. Para pulir el electrodo, quite una de las membranas para pulir de la de la caja del instrumento y colóquela en una superficie sólida y plana con el lado abrasivo para arriba. Ponga una o dos gotas de la solución para enjuague (**RINSE**) o agua destilada sobre la superficie abrasiva. Con el electrodo en posición perpendicular a la tira abrasiva, pula la extremidad del electrodo moviéndolo suavemente siguiendo un trazo circular por cerca de 30 segundos. Aplique una presión constante, pero no presione demasiado el electrodo. Cuando esté acabado, enjuague el electrodo por cinco minutos en la solución de la enjuague (**RINSE**).

4. NO REALICE EL PROCEDIMIENTO DE PULIDO DEL ELECTRODO FRECUENTEMENTE. LOS ELECTRODOS DEBEN SER PULIDOS SOLAMENTE CUANDO ES NECESARIO.

#### **10.2.1.6 El electrodo no calibra.**

1. Durante la calibración la salida del electrodo es comprobada. Si está fuera de rango aceptable, el electrodo no calibrará y el programa saltará a "DIAGNOSTICS". De este modo se verifica la salida del electrodo. Éste debe estar entre 50 milivoltios y 75 milivoltios. Para obtener la salida apropiada potencial (milivoltio), el extremo del electrodo se debe sumergir en la solución de calibración. Si el electrodo contiene suficiente solución, y se sumerge adentro de una solución fresca de calibración y se deja que alcance el equilibrio, la salida debe alcanzar el nivel correcto.
2. El electrodo no calibra, incluso después haya equilibrado:
  - Cambie la solución de calibración y rellene el electrodo según lo descrito en **Restauración del electrodo después largos periodos de almacenamiento**.
  - Si esto no soluciona el problema, pule el electrodo conforme se describe en el acápite de **cuidado y mantenimiento**.
  - Si estos procedimientos no resuelven el problema, es posible que el electrodo necesite ser substituido. Contactaste con **Dexsil** o su representante en el país.

#### **10.2.1.7 La cantidad de solvente que se recuperó de la extracción de una muestra de suelo es insuficiente.**

Algunos suelos son extremadamente secos o pueden contener un gran porcentaje de material orgánico que absorbe mucho solvente de extracción quedando por lo tanto muy poca cantidad de solvente e insuficiente para completar la prueba. Cuando los suelos de este tipo se están probando, se deben tomar cinco gramos de muestra en vez de diez. La lectura final entonces se debe duplica o modificar el método por *Corrección del tamaño de muestra*, es decir que se cambia a *dos veces* su valor normal. Por ejemplo, si después de pesar cinco gramos de suelo, la lectura final en el L2000DX es 35 ppm, el resultado real para esa muestra será 70 ppm.

Cerciórese de utilizar la cantidad completa de solvente de la extracción y seguir las instrucciones como usted para cualquier muestra. NOTA: Esta técnica causa una pérdida de precisión y no debe ser utilizada a menos que absolutamente sea necesario.

#### **10.2.2 Mensajes de error**

**CAL ERROR:** Este mensaje se genera durante la calibración si el potencial de salida del electrodo no está entre 50 milivoltios y 75 milivoltios. Si ocurre este mensaje:

1. Compruebe las soluciones y cambie si están no están en buenas condiciones o no están frescas.

2. Compruebe la salida del electrodo y rellénela con la solución fresca si es necesario.

**CHECK DRIFT:** Este mensaje indica que hay desviación excesiva en el electrodo al realizar una medida o durante una calibración. Si este mensaje ocurre durante la medida de un elemento desconocido, se exhibirá una advertencia indicando que la medida es una estimación. Este número por lo tanto deberá ser tomado como referencia solamente, puede que no sea confiable. La muestra se debe re-analizar para obtener un resultado aceptable. Si este mensaje ocurre durante una calibración, la salida del potencial (milivoltio) del electrodo aparecerá bajo esta advertencia. Si aparece la advertencia, compruebe el siguiente:

1. Compruebe el funcionamiento del electrodo según lo descrito bajo el procedimiento de restauración del electrodo después de largos periodos de almacenamiento. Siga los pasos para drenar el electrodo y rellénelo nuevamente, después vuelva a verificar el potencial de salida del electrodo. Si este mensaje ocurre durante la calibración, es probable que el electrodo esté dañado. Vea lo recomendado en el caso de que el electrodo no calibra.
2. Verifique derrame del electrodo - el electrodo está diseñado para permitir el escaparse una cantidad pequeña de solución de llenado por el espacio entre la pastilla y el cuerpo epóxico. Si el flujo de escape es demasiado lento o demasiado rápido el funcionamiento del electrodo puede ser afectado. La pérdida solución del electrodo debe estar entre 0,2 centímetros y 3 centímetros sobre 24 horas (medido desde el agujero de relleno).
3. Compruebe para saber si hay contaminación de la muestra. Algunas muestras contienen altos niveles de sulfuro, metales pesados, desechos de aceite, o de otros elementos orgánicos que se puedan haber transferido al extracto final. Si estos compuestos entran en el contacto con el electrodo, pueden contaminar el elemento de detección. El electrodo se deteriorará con la exposición repetida a estos contaminantes. Si repetidos análisis de muestras producen error de desviación y cuando el electrodo ha sido verificado con las soluciones estándar, compruebe si hay contaminación de la muestra.

**CHECK ELECTRODE:** Este mensaje indica que la salida del electrodo ha excedido 180 milivoltios. Si aparece este mensaje, se ha dañado el electrodo o el electrodo ha sido incorrectamente conectado al analizador L2000DX. La compruebe si el electrodo está en buen estado, luego siga los procedimientos para restaurar un electrodo.

**HIGH:** Este mensaje indica que una lectura desconocida (o sustancia desconocida) está sobre 5000 PPM de concentración del Analito. Este mensaje aparece solamente durante una medida desconocida. Si ocurre este mensaje, re-analice la muestra usando un tamaño de muestra más pequeña.

**LOW:** Este mensaje indica que una lectura desconocida ha dado lugar a una concentración negativa del Analito. Esto se puede causar por un malfuncionamiento del electrodo o el valor usado para el blanco es incorrecto, es decir, un valor grande del blanco no tiene sentido al momento de comparar con la concentración de la muestra real. Si ocurre este mensaje, compruebe el valor en blanco usado o compruebe el funcionamiento del electrodo como se recomendó anteriormente. Si el electrodo ha sido verificado, verifique que se presente posible co-contaminantes en la muestra que esté afectando la normal operación del electrodo.

### 10.3 Apéndice A: Información adicional disponible

DTR-10-01 "Alternative Methods of PCB Analysis", Stephen Finch, Dexsil Corporation: Generators Journal. Winter 1990.

DTR-10-02 "One Example Where Chromatography May Not Necessarily Be the Best Analytical Method", S.R. Finch, D.A. Lavigne-Dexsil Corporation, R.P.W. Scott, Ph.D.-Georgetown University; Journal of Chromatographic Science-July 1990.

DTR-11-01 "A Comparison of Current PCB Analytical Techniques". Stephen Finch-Dexsil Corporation: PCB Forum. 3rd International Conference for the Remediation of PCB Contamination, 1991.

DTR-11-02 "Case Study of a New Field Screening Tool for Delineating Soil PCB Contamination". Mark B. Williams. PE and John S. Flickinger-Dames & Moore (Madison, WI), Joseph E. Shefchek, CHMM-Wisconsin Power & Light (Madison, WI). E. Jonathan Jackson. CHMM-Haliburton NUS Environmental Corp. (Aiken, SC); Proceedings: 1991 EPRI PCB Seminar.

DTR-11-03 "PCB Determination, Simple/Low Cost or Complex, Expensive. Which Method is the Most Reliable in the Field?". S. Finch, pp. -1j-1 to 45-4: Proceedings: 1991 EPRI PCB Seminar

DTR-12-01 "Application of a New PCB Field Analysis Technique for Site Assessment". Roger D. Griffin-Griffin Environmental: Proceedings of Hazmacon '92 March-1992.

DTR-12-02 "Available Options for the Analysis of PCBs". Stephen Finch; Environmental Science and Engineering p. 15. Feb.-March.

DTR-13-01 "Electrochemical Method for Surface Testing of PCB Contaminated Electrical Equipment". Stephen Finch: 7th Annual Industry and PCB Forum. June 1993, Canadian Electricity Forum.

DTR-13-02 "A Comparison of Popular Field Screening Methods for PCB Contamination in Soil". Alvia Gaskill-Environmental Reference Materials. 1993 EPRI PCB Seminar.

DTR-14-02 "Comparison of the Response of PCB Test Methods to Different PCB Aroclors". Stephen Finch-Dexsil Corporation: Proceedings of "The Tenth Annual Waste Testing and Quality Assurance Symposium", July 11-15, 1994 Arlington, VA.

DTR-14-03 "Effect of Transformer Oil, Petroleum Hydrocarbons and Inorganic Salt as Interferences in Field Screening for PCB Contamination of Soil", Alvia Gaskill; Proceedings of "The Tenth Annual Waste Testing and Quality Assurance Symposium". July 11-15, 1994 Arlington, VA.

"Determination of Chlorinated Hydrocarbon Concentrations in Soil Using a Total Organic Halogen Method". T. B. Lynn. J. C. Kneece. B.J. Meyer, A. C. Lynn.

DTR-17-02 "Improved Extraction Efficiency of Polychlorinated Biphenyls From Contaminated Soil Using a Total Halogen Screening Method", W.S. Schutt-Young, Ph.D., A.C. Lynn. T.B. Lynn, Ph.D.. B.J. Meyer, M.J. Krumenacher: Presented at "EnvirACS '97" held at the 13th Annual Waste Testing & Quality Assurance Symposium. July 7-9, 1997, Arlington, VA.

DTR-18-03 "Electrochemical Technique, Ion Specific Electrode Dexsil Corporation L2000 PCB/Chloride Analyzer", AFB. Dandle. S. Billetts. Environmental Technology Verification Report, US-EPA. Office of Research and Development. Washington, DC, EPA 600, R-98/ 109, August 1998

DTR-20-01 PCB Detection Technology Dexsil Corporation L2000DX Analyzer. AFB. Dandle, C.K. Bayne, E.N. Koglin. Draft Environmental Technology Verification Report. US-EPA Office of Research and Development. Washington, D.C. Report, December 2000

DTR-21-01 "Analysis of Water for PPB Range Chlorinated Organics Using a Total Organic Chlorine Analyzer." Theodore B. Lynn. Ph.D.. Mary Kate Boggiano, Larry M. Sacramone, David L. Balog, Andrew C. Lynn. Dexsil Corporation. Presented at the Waste Testing and Quality Assurance Symposium 2001, August 13-16, 2001, Arlington, VA

DTR-21-02 "Low Level Detection of PCE in Monitoring Well Samples Using a Total Organic Chlorine Based Field Method." Theodore B. Lynn. Ph.D., Dexsil Corporation. Keith A. Wright. Camino, California, Presented at the Waste Testing and Quality Assurance Symposium 2001. August 13-16, 2001, Arlington, VA

DTP-09-01 "Accurate On-Site Analysis of PCBs in Soil, A Low Cost Approach", Deborah Lavigne-Dexsil Corporation.

DTP-09-02 "Field Test Kit for Quantifying Organic Halogens in Water and Soil". Deborah Lavigne-Dexsil Corporation.

DMR-16-01 EPA Method 9078 "Screening Test Method for Polychlorinated Biphenyls in Soil", 3rd edition SW 846- Test Methods for Evaluating Solid Waste. Physical, Chemical Methods, June 1997: Federal Register Vol. 62, No. 114, 6/13/97. Rules & Regulations.

## 11 Anexo N° 5: Programa de contingencias y medidas de seguridad

### 11.1 Precauciones sanitarias

Se deben tomar las siguientes precauciones en la manipulación de líquidos y materiales contaminados con PCB:

1. Cerciorarse de que el área de trabajo tenga ventilación suficiente. En subestaciones cerradas se utilizarán ventiladores portátiles a ras del suelo.
2. Usar vestimenta de protección completa, a saber:
  - Traje de una sola pieza a prueba de productos químicos;
  - Guantes a prueba de productos químicos;
  - Botas o cubrezapatos desechables;
  - Máscara respiradora (oficialmente aprobada) con aire insuflado desde compresores o cilindros a distancia;
  - Para exposiciones de menor intensidad puede usarse una máscara completa con cartucho de reemplazo tipo "CC".

Los síntomas de la exposición a los PCB son cloracné, irritación de los ojos, somnolencia, dolor de cabeza e irritación de la garganta.

No se debe permitir en ningún caso que el personal o los observadores fumen en el área en la se esté manipulando material con PCB.

Por lo regular no hay normativa que establezca los valores umbral límite (TLV, por sus siglas en inglés) aceptables. No obstante, podemos citar, a manera de ejemplo, los niveles que recomienda la Dirección de Salud y Seguridad Operativa del Reino Unido (United Kingdom Health and Safety Executive):

- Con un contenido de 42% de cloro (ej., Aroclor 1242): exposición prolongada: 1 mg/m<sup>3</sup>;
- Con un contenido de 54% de cloro (ej., Aroclor 1254): exposición prolongada: 0.5 mg/m<sup>3</sup>.

En Alemania, la antigua Oficina Federal de Salud (Federal Health Office) recomendaba:

- Ingesta Diaria Aceptable (IDA): 1 mg por kg de peso corporal al día;
- Tomar medidas si el nivel rebasa los 3,000 mg por m<sup>3</sup> de aire;
- Objetivo: mantener un nivel inferior a los 30 mg por m<sup>3</sup> de aire.

En caso de derrame de PCB, debe contenerse con materiales absorbentes, que serán depositados en barriles de acero para su posterior eliminación autorizada. El

personal encargado de derrames deberá tener en cuenta las siguientes precauciones de primeros auxilios:

- Si ha habido contacto de los ojos con PCB, hay que enjuagarlos de inmediato con agua, por lo menos durante 15 minutos y solicitar atención médica;
- Si ha habido contacto de la piel con PCB, quitarse de inmediato toda la ropa contaminada y lavar la parte del cuerpo afectada con jabón y agua;
- En caso de ingestión, enjuagarse la boca varias veces con agua limpia, tomar agua, y solicitar atención médica;
- En caso de inhalación, retirarse a un área de aire fresco y solicitar atención médica.

#### **11.1.1 Equipo de protección personal (EPP)**

Como el riesgo mayor de los PCB es la absorción cutánea, se debe tener especial cuidado al elegir la vestimenta de protección: overoles, botas o cubrezapatos, guantes y protecciones oculares. Los PCB pueden penetrar casi todos los materiales, pero existen algunos, como el caucho natural, que son particularmente permeables a los PCB y, por eso, no sirven como equipo de protección. Los cauchos o elastómeros fluorados a prueba de productos químicos son más adecuados, y los materiales laminados son los que ofrecen la mejor protección contra los PCB.

Ningún material es cien por ciento impermeable a los PCB. Por eso es preciso prever la sustitución periódica de todo el EPP. El proveedor del equipo generalmente proporciona detalles sobre el tiempo que tardan los PCB en permear el equipo protector, información que será útil para calcular, según cada operación, el momento en que los PCB comenzarán a penetrar en el equipo. Este factor se conoce como tiempo de paso; depende de la frecuencia y duración del contacto del equipo protector con los PCB, y puede variar según el tipo de trabajo que se realice. El proveedor deberá proporcionar los tiempos normales de paso para las distintas aplicaciones y decir si es necesario reducir este tiempo para tomar en cuenta otros factores, como la abrasión.

Si se utilizan botas de caucho, éstas deben ser desechadas regularmente, y se debe reforzar la protección de los pies utilizando cubrezapatos desechables que pueden usarse por dentro o fuera de la bota. Para el trabajo en laboratorio, es necesario utilizar batas y guantes desechables adecuados para evitar el contacto con la piel. Si hay riesgo de formación de polvo o humo (generado, por ejemplo, por calentamiento) se recomienda utilizar campanas extractoras de humos. Será necesario tratar todos los equipos de protección posiblemente contaminados como desechos de PCB y eliminarlos siguiendo los procedimientos pertinentes.

#### **11.1.2 Ventilación**

Una ventilación adecuada ayudará a garantizar que no se acumule vapor o aerosol de PCB. En el caso de instalaciones construidas especialmente para estos fines, la ventilación puede ser parte integral del diseño. En los otros casos, o en las instalaciones temporales, una buena ventilación general será suficiente, siempre y

cuando la cantidad de aire que entre sea mayor a la cantidad que se extrae, para que se propicie una corriente descendiente. Los vapores y aerosoles de PCB suelen ser más pesados que el aire, y con este procedimiento serán controlados más fácilmente. Si se requiere ventilación mecánica, convendrá asegurarse de que el aire sea extraído con un equipo de tratamiento de aire que tenga un sistema de filtración apropiado. Para prevenir la contaminación ambiental, los filtros tendrán que ser de dos fases: un filtro de tela o electrostático para eliminar el aerosol y un filtro de carbono activo para eliminar el vapor.

### 11.1.3 Equipo de protección respiratoria (EPR)

Puede resultar necesario el equipo de protección respiratoria en los siguientes casos:

- Cuando las áreas de trabajo tienen poca ventilación.
- Si se utilizan los congéneres menos clorados y más volátiles de PCB.
- Cuando pueden formarse aerosoles, y las temperaturas son anormalmente altas.

Se debe seleccionar el EPR que ofrezca la protección apropiada a los trabajadores. Debe ser equipo oficialmente aprobado. Si los trabajadores utilizan regularmente EPR no desechable en áreas sucias, debe informárseles de que su EPR puede contaminarse con PCB que pueden luego transferirse al rostro. Esta contaminación puede generarse por absorción y transporte de los PCB a través del material de la máscara o, lo que es más probable, por contaminación del interior de la máscara debido a la manipulación y al mal almacenamiento cuando el equipo no se utiliza. Hay que cerciorarse de que los trabajadores estén enterados de estas posibilidades y de que estén informados de cómo reducir estos riesgos limpiando y dando mantenimiento constante a su EPR. Cabe mencionar que actualmente se están diseñando respiradores desechables.

## 11.2 Vigilancia ambiental

En las áreas de trabajo en las que se manejan PCB es necesario vigilar los niveles de solventes clorados. En la práctica, esos solventes clorados no son en sí los PCB, que son sólo muy ligeramente volátiles a temperatura ambiente. Se trata más bien de otros solventes similares que suelen utilizarse junto con los PCB: los hidrocarburos clorados, que tienen un olor característico. Es preferible que los hidrocarburos clorados sean vigilados de manera automática y constante, colocando una alarma que se active, por ejemplo, cuando se alcancen 20 ppm (partes por millón) de un solvente clorado en la atmósfera del lugar de trabajo.

También se puede utilizar un sistema manual más barato para realizar controles puntuales. Se trata de los tubos de ensayo que cambian de color en presencia de un vapor clorado. Estos dispositivos aspiran muestras de aire en determinados intervalos y cantidades.

Técnicamente es posible medir los PCB en el aire ambiente, pero es un proceso engorroso y tiene que llevarse a cabo en dos etapas: toma de muestras seguida de análisis en un laboratorio que tenga el equipo adecuado.

### **11.3 Fugas y derrames de aceite de transformadores**

#### **11.3.1 Contingencias durante el transporte**

En el caso poco probable de accidente, derrame o fuga durante el transporte, se tomarán de inmediato ciertas medidas para responder a la contingencia. En primer lugar, es preciso evitar que se acerquen al área personas que no sean las autorizadas.

Si se está derramando líquido con PCB de un vehículo o de contenedores defectuosos o derramados, los conductores del vehículo y/o el personal de seguridad ante contingencias deberá tratar de evitar que los líquidos se esparzan. Debe hacerse todo lo posible para impedir que el material derramado llegue a las alcantarillas, corrientes u otras aguas. En cuanto sea posible, deberá notificarse al superior del conductor u otro responsable de las instalaciones. No debe dejarse el vehículo sin vigilancia hasta que el derrame sea limpiado por completo.

Si el operador del vehículo no está habilitado para hacerlo, los servicios de emergencias deberán basarse en los documentos de embarque para identificar el tipo de material peligroso que se transporta. Los documentos de embarque deben estar guardados en el asiento del conductor o en el portadocumentos de la puerta del lado del conductor. Ante cualquier contingencia, una respuesta oportuna y adecuada puede evitar que un pequeño accidente o derrame se convierta en una catástrofe de grandes proporciones.

El transporte de PCB es una de las actividades con más riesgo de derrames o fugas. Los problemas se suscitan sobre todo durante la carga o descarga del vehículo. Las áreas de carga deben estar equipadas con el material adecuado para atender derrames, deben tomarse medidas de prevención, y debe haber materiales de saneamiento y control de derrames, por si son necesarios. Todo movimiento ulterior de los residuos contaminados deberá efectuarse en apego estricto a las disposiciones del Convenio de Basilea sobre movimientos de desechos peligrosos.

#### **11.3.2 Fugas de aceite dieléctrico de transformadores**

En caso de derrame de líquidos de PCB de un transformador o condensador, es preciso dar los pasos siguientes:

1. Una brigada debe responder de inmediato a la notificación de que ha ocurrido un derrame de PCB.
2. Todo el personal de limpieza que manipule PCB y/o que esté trabajando en la limpieza misma deben utilizar vestimenta y equipo de protección personal para evitar que su ropa o piel se contamine con PCB.

3. Es importantísimo evitar que los fluidos de PCB alcancen canales de aguas pluviales, cloacas, desagües o cualquier otro lugar en que corra agua. La brigada deberá aplicar todas las opciones existentes para contener un derrame de PCB, como desviaciones temporales o cercados (uso de muros de contención). Asimismo, la brigada debe anticipar y evitar que en el área contaminada fluyan aguas provenientes de sistemas de rociado y/o aguas de alcantarillado. Se debe hacer todo esfuerzo razonable para detener o retardar el flujo de PCB y contener el que se haya derramado, utilizando el personal, equipo y material que esté en el lugar o del que se pueda disponer inmediatamente.
4. En caso de que el PCB alcance una corriente de agua, canalización, o algún área inaccesible, el primer empleado que llegue al área del derrame deberá iniciar procedimientos de notificación de inmediato, y emprender medidas para evitar que más material derramado alcance aguas o suelos.
5. Se deberán colocar barricadas alrededor de las áreas contaminadas para evitar que los transeúntes y vehículos ingresen antes de que el material haya sido recogido y retirado.
6. En la mayoría de los casos se utilizan materiales para absorber aceite. Cuando es así, deben esparcirse en el área contaminada y permanecer ahí por lo menos durante una hora, o el tiempo necesario para que todos los fluidos de PCB hayan sido absorbidos.
7. Una vez que los fluidos derramados hayan sido absorbidos, el material absorbente y los suelos contaminados deben depositarse en los barriles de acero preparados para tal fin. Cuando la situación no permita determinar el nivel de penetración de PCB, se retirarán por lo menos 15 cm de profundidad de suelo.
8. Todas las superficies expuestas a los líquidos derramados deberán descontaminarse con estopas impregnadas con un solvente eficiente, como el tricloroetano.
9. Todas las estructuras de acero, estantes de madera, bandeja portacables (de todo tipo) etc., también deben lavarse con solvente. Todo el equipo en estas estructuras, que puede estar contaminado por el derrame con PCB pero que no se va a eliminar, debe igualmente limpiarse. El solvente se utilizará con precaución para evitar la contaminación de otros equipos, vehículos, etc., en el área del derrame.
10. Todos los tipos de estructuras, edificios, vehículos privados, etc. que puedan estar contaminados deben lavarse con solvente (cuidando que el solvente no dañe el barniz de los vehículos). Deben tomarse todas las medidas necesarias para evitar que el solvente y los PCB ingresen a los sistemas de drenaje o alcantarillado.

11. Cuando sea posible, deben lavarse perfectamente con solvente todos los objetos contaminados, como herramientas, ropa, botas y otros equipos. De lo contrario, deben depositarse en los barriles de acero preparados especialmente para su eliminación.
12. Todos los barriles deben estar debidamente identificados y deben almacenarse o colocarse en un vehículo. Los barriles deberán quedar perfectamente sujetos para evitar otros derrames.
13. Los vehículos que transportan los barriles también deben estar etiquetados según los procedimientos de transporte.
14. Los barriles deberán llevarse directamente a un área de almacenamiento de PCB autorizada para su posterior embarque al lugar de eliminación.

#### **11.4 Medidas en casos de derrame accidental de reactivos del L2000DX**

##### **Protección Personal**

Anteojos para protección de elementos químicos y guantes de jebe

##### **Derrames y goteo Rinse, Extract, Calibration & Filing Solutions.**

Recuperar el fluido derramado, enjuague con agua. Trate el derrame como en casos de ácidos.

##### **Ampolla 1 – Ampolla de Sodio**

Cubra con ceniza de soda seca o sal. Almacenen en un área bien ventilada.

##### **Ampolla 2 - Naphthalene/Diglyme Ampule & Soil Extract Solvent**

Absorba completamente y disponga como desecho orgánico.

##### **Soil Extract Solvent**

Absorba completamente y disponga como desecho orgánico.

#### **11.5 Medidas de primeros auxilios**

##### **11.5.1 Primeros Auxilios**

En caso de contacto con los reactivos, enjuagar con bastante agua. En caso de inhalación, buscar aire fresco.

### 11.5.2 Contacto con los ojos

Para todos los componentes del kit, enjuagar los ojos con agua fresca por al menos 15 minutos, Visitar a un médico.

### 11.5.3 Contacto con la piel

Enjuagar la zona con suficiente agua fresca. Use jabón y agua para lavar los componentes orgánicos.

### Inhalación

En caso de inhalación, buscar un lugar con aire fresco.

## 11.6 Riesgos de fuego y explosión

<b>Punto de inflamación</b>	Solución Rinse	No	
	Solución de Extracción	No	
	Solución de Calibración	No	
	Solución de relleno del electrodo	No	
	Ampolla 1	NA	
	Ampolla 2	135 F	
	Solvente de Extracción de suelos	243 F	
	Soil Drying Column	No	
<b>Medio de Extinción</b>	<b>NO USE AGUA EN FUEGO EN SODIO.</b>	<b>COMPONENTES</b>	<b>CON</b>
	Espuma química seca, CO <sub>2</sub> .		

## 12 Anexo Nº 6: Manual de manejo y disposición final de residuos

### 12.1 Objetivo

Disponer de manera adecuada los residuos sólidos generados producto de la toma de muestras y análisis de PCB.

Garantizar una gestión eficiente de los residuos sólidos generados de la actividad de muestreo de PCB.

### 12.2 Marco Legal

- Ley General de Residuos Sólidos LEY Nº 27314
- Decreto Legislativo Nº 1065
- Aprueban el Reglamento de la Ley Nº 27314, Ley General de Residuos Sólidos Decreto Supremo Nº 057-2004-PCM.
- Ley que regula el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos Ley Nº 28256
- Norma Técnica de Salud que Guía el Manejo Selectivo de Residuos Sólidos por Segregadores

### 12.3 Definiciones

Generador: persona natural o jurídica que en razón de sus actividades genera residuos sólidos.

Residuo Sólido Peligroso: Es el tipo de residuo que presenta al menos una de las siguientes características: inflamabilidad, corrosividad, reactividad, reactividad, toxicidad, explosividad, radiactividad o patogenicidad.

### 12.4 Identificación de Residuos

En el desarrollo de las diferentes etapas del procedimiento para determinar PCB, tanto en la toma de muestras como para en el análisis se generan residuos sólidos peligrosos los que se detallan a continuación:

Etapas de la actividad	Residuos generados
Toma de muestra	No se generan residuos. Paño absorbente en caso de contingencia (derrame).
Análisis de PCB	Recipiente de muestreo, Pipeta desechable, tubo de ensayo # 1, tubo de ensayo # 2, guantes quirúrgicos, tela absorbente (en caso de contingencias).

## 12.5 Responsables

El responsable de los residuos generados producto de la toma de muestras y del análisis de PCB's será el supervisor (Ingeniero Mario Mendoza) y el técnico de análisis de muestras.

## 12.6 Manejo de Residuos

### 12.6.1 Reducción en la generación

Se debe trabajar de forma que la generación de residuos sea mínima, en este contexto la metodología empleada para la toma de muestras y el análisis in situ están diseñados de manera tal que se reduzcan los residuos al mínimo, reduciendo así el nivel de riesgo asociado a la generación de volúmenes considerables de residuos peligrosos. Todos los residuos sólidos generados en las instalaciones del titular producto del muestreo y análisis serán declarados en cantidad, características y peligrosidad en el formato que se detalla en el ítem 3.7 el cual se proporcionará para copia respectiva al titular de la empresa.

### 12.6.2 Segregación

En este caso en particular no se segregarán los residuos, dado que todos van a formar parte de residuos sólidos peligrosos.

### 12.6.3 Recolección

Para la recolección de los residuos, luego de cada análisis estos serán dispuestos en bolsas de color negro (clasificación de colores para residuos contaminados con aceites, grasas y/o hidrocarburos), estos tendrán un peso aproximado de 100 gramos por muestra, los que serán dispuestos por personal de la empresa.

### 1.1.1 Transporte

Los residuos generados de la actividad de muestreo y análisis serán transportados por el generador para ser dispuestos en un relleno sanitario de seguridad (BEFESA). Antes de ser transportados los residuos fuera de las instalaciones del titular (lugar de muestreo) se proporcionará una copia del formato para residuos peligrosos, tal como se muestra en el ítem 3.8.

## 12.7 Disposición final

Luego del transporte se dispondrán los residuos sólidos generados de la toma de muestra y del análisis al relleno sanitario de seguridad BEFESA. Una vez finalizada la disposición final se remitirá copia del certificado de disposición final a cada empresa en que se haya muestreado.

## 12.8 Reporte de generación de residuos sólidos

Obra : \_\_\_\_\_ N° de OT : \_\_\_\_\_

Lugar : \_\_\_\_\_ Fecha : \_\_\_\_\_

Inspector: \_\_\_\_\_

Supervisor del Contratista: \_\_\_\_\_

TIPOS DE RESIDUOS	Unidad	Cant.	Otra Medid a	Almacén Tempor al	Disposición Final
<b>Residuos Peligrosos (*) de :</b>					
Tocuyo con: Solvente Dieléctrico Hollín	kg				
Trapo Indust. con: Jabón Líquido Desengrasante	kg				
Trapo Industrial con: Aceite Grasa	kg				
Trapo Industrial con :Pintura Thinner Diluyente	kg				
Trapo Indust. con: Removedor Acondicionador Metales	kg				
Waypes con : Silicona Aceite o Grasa	kg				
Solventes Dieléctricos	L				
Jabón Líquido	L				
Pintura	L				
Diluyentes Thinner	L				
Removedor de Pinturas	L				
Acondicionador de Metales	L				
Aceite Mineral Dieléctrico	L				
Envases Contaminados:	Unid.				
Arena y/o Tierra impregnada en Aceite u otro químico	kg				
Lámparas de Mercurio Sodio	Unid.				
Pilas Baterías	Unid.				
Equipos ___ Cables ___ Impregnados c/aceite	kg				
EPP Contaminados	Unid.				
Partes de PC:	Unid.				
Material asbesto	kg.				
Otros :					
<b>Residuos Inertes Metálicos de :</b>					
Conductores de Cobre Aluminio No Contaminados	kg				
Equipos _____ No Contaminados	kg				
Cilindros de Fierro Bronce	Unid.				
Piezas de Cobre Aluminio Bronce en Desuso	Kg				
Chatarra: Ferrosa No Ferrosa	kg				
Envases de Metal No Contaminados	Unid.				

Otros :					
<b>Residuos Inertes No Metálicos de</b> :					
Desmonte: Escombros Tierra	m <sup>3</sup>				
Trapos Sucios c/tierra No contaminados c/químicos	kg				
Residuos Vegetales	kg				
Plástico Jebe	kg				
Papel Cartón	kg				
Carretes de Madera y Parihuelas	Unid.				
Vidrio	kg				
Envases de Plástico No Contaminados	Unid.				
Embalajes	kg				
Tecknopor	kg				
Elem. d/Señalización en Desuso	kg				
Otros :					
(*) Características de Peligrosidad de Residuos: Corrosividad, Reactividad, Explosividad, Toxicidad, Inflamabilidad, Patogenicidad.					
OBSERVACIONES :	Nota: Formato a ser entregado máximo por el Contratista a las 48 horas de haber ejecutado el trabajo.				
Firma y nombre del Supervisor Contratista:					

Fuente: Norma Técnica Ambiental NTA.002 / Requisitos a contratistas Relacionado con la Gestión Ambiental

## 12.9 Formato de Residuos Peligrosos

1.0 GENERADOR - Datos Generales			
Razón social y siglas:			
N° RUC:		E-MAIL:	Teléfono(s):
<b>DIRECCION DE LA PLANTA (Fuente de Generación)</b>			
Av. [ ] Jr. [ ] Calle [ ]			N°
Urbanización:		Distrito:	
Provincia:	Departamento:		C. Postal:
Representante Legal:			D.N.I./L.E.:
Ingeniero responsable:			C.I.P.:
<b>1.1 Datos del Residuo (Llenar para cada tipo de Residuo)</b>			
<b>1.1.1 NOMBRE DEL RESIDUO:</b>			
<b>1.1.2 CARACTERISTICAS</b>			
a) Estado del Residuo Sólido <input type="checkbox"/>		Semi-Sólido <input type="checkbox"/>	
		b) Cantidad Total (TM):	
c) Tipo de Envase			
Recipiente (Especifique la forma)	Material	Volumen (m <sup>3</sup> )	N° de Recipientes
<b>1.1.3 PELIGROSIDAD (Marque con una "X" donde corresponda):</b>			
a) Auto combustibilidad <input type="checkbox"/>	Reactividad <input type="checkbox"/>	c) Peñonricidad <input type="checkbox"/>	d) Explosividad <input type="checkbox"/>
e) Toxicidad <input type="checkbox"/>	f) Corrosividad <input type="checkbox"/>	g) Radiactividad <input type="checkbox"/>	Otros _____ Especifique
<b>1.1.4 PLAN DE CONTINGENCIA</b>			
<b>a) Indicar la acción a adoptar en caso de ocurrencia de algún evento no previsto:</b>			
Derrame			
Infiltración			
Incendio			
Explosión			
Otros accidentes			
<b>b) Directorio Telefónico de contacto de emergencia:</b>			
Empresa / dependencia de Salud	Persona de contacto	Teléfono (Indicar el código de la ciudad)	
Observaciones:			

2.0 EPS-RS TRANSPORTISTA			
Razón social y siglas:			N° RUC:
N° Registro EPS-RS y Fecha de Vcto.	N° Autorización Municipal		N° Aprobación de Ruta (*)
Dirección: Av. [ ] Jr. [ ] Calle [ ]			N°
Urbanización:	Distrito:	Provincia:	
Departamento:	Teléfono(s)	E-MAIL	
Representante Legal:	D.N.I./L.E.:		
Ingeniero Sanitario:	C.I.P.:		
Observaciones:			
Nombre del chofer del vehículo	Tipo de vehículo	Número de placa:	Cantidad (TM)

REFRENDOS			
Generador – Responsable del Area Técnica del manejo de Residuos			
Nombre		Firma:	
EPS-RS Transporte - Responsable			
Nombre		Firma:	
Lugar:		Fecha:	Hora:

3.0 EPS-RS DEL DESTINO FINAL			
Marcar la opción que corresponda: Tratamiento <input type="checkbox"/> Relleno de Seguridad <input type="checkbox"/> Exportación <input type="checkbox"/>			
Razón social y siglas:			N° RUC:
N° Registro y Fecha de Vcto.	R.D.N° Autorización Sanitaria	N° Autorización Municipal	Notificación al País Import.
Dirección: Av. [ ] Jr. [ ] Calle [ ]			N°
Urbanización:	Distrito:	Provincia:	
Departamento:	Teléfono(s)	E-MAIL	
Representante Legal:	D.N.I./L.E.:		
Ingeniero Sanitario:	C.I.P.:		
Cantidad de residuos sólidos peligrosos entregados y recepcionados – (TM):			
Observaciones:			

REFRENDOS			
EPS-RS Transporte – Responsable			
Nombre		Firma:	
EPS-RS Tratamiento, Disposición Final o EC-RS de Exportación o Aduana - Responsables			
Nombre		Firma:	
Lugar:		Fecha:	Hora:

REFRENDOS – Devolución del manifiesto al Generador			
Generador – Responsable del Area Técnica del manejo de Residuos			
Nombre		Firma:	
EPS-RS Transporte - Responsable			
Nombre		Firma:	
Lugar:		Fecha:	Hora: