



**UNIVERSIDAD ANDINA**  
**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL**



**GESTIÓN AMBIENTAL DE LAS ACTIVIDADES DE  
EXTRACCIÓN Y ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE  
BIFENILOS POLICLORADOS EN MUESTRAS DE  
ACEITE DE TRANSFORMADORES EN CHICLAYO**

TESIS PRESENTADA POR:

**Bach. REYNALDO ANDRES BARRANTES ITO**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
**INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL**

JULIACA - PERÚ

2024



**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL**

**GESTIÓN AMBIENTAL DE LAS ACTIVIDADES DE EXTRACCIÓN Y ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE BIFENILOS POLICLORADOS EN MUESTRAS DE ACEITE DE TRANSFORMADORES EN CHICLAYO**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. REYNALDO ANDRES BARRANTES ITO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL**

**APROBADA POR EL JURADO REVISOR:**

**PRESIDENTE**

:   
Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

**PRIMER MIEMBRO**

:   
Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

**SEGUNDO MIEMBRO**

:   
M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

**ASESOR DE TESIS**

:   
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN** : CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL – P22



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 331-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 12 de julio de 2024

VISTOS:

El OFICIO N° 061-2024-D-EPAU/FICP-UANCV del Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y Resolución Decanal N°293-2024 de fecha 01 de junio de 2024 sobre la aprobación del Informe Final del trabajo de Investigación (tesis) titulado: GESTIÓN AMBIENTAL DE LAS ACTIVIDADES DE EXTRACCIÓN Y ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE BIFENILOS POLICLORADOS EN MUESTRAS DE ACEITE DE TRANSFORMADORES EN CHICLAYO; y el trámite solicitado por el Bachiller en Ingeniería Sanitaria y Ambiental y;

CONSIDERANDO:

Que, el Bachiller: REYNALDO ANDRES BARRANTES ITO; ha solicitado fecha y hora para efectuar la sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado: GESTIÓN AMBIENTAL DE LAS ACTIVIDADES DE EXTRACCIÓN Y ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE BIFENILOS POLICLORADOS EN MUESTRAS DE ACEITE DE TRANSFORMADORES EN CHICLAYO, para rendir el examen de sustentación del trabajo de Investigación (tesis) y optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, y;

Que, los Jurados designados por el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, de la FICP, están integrados por los siguientes Docentes;

- \* Presidente : Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
\* 1er Miembro : Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
\* 2do Miembro : M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
\* Asesor : Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

De conformidad al Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO. - APROBAR Lugar, Día y Hora para que el (la) bachiller: REYNALDO ANDRES BARRANTES ITO; rendirá el Examen de Sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado GESTIÓN AMBIENTAL DE LAS ACTIVIDADES DE EXTRACCIÓN Y ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE BIFENILOS POLICLORADOS EN MUESTRAS DE ACEITE DE TRANSFORMADORES EN CHICLAYO, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental de acuerdo al siguiente detalle:

- \* FECHA : martes 16 de julio de 2024
\* HORA : 08:00
\* LUGAR : Aula 306 - pabellón de hidráulica

ARTICULO SEGUNDO. - La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

C.c. Arch. 2024
Interesado
Escuela Profesional



UNIVERSIDAD ANDINA 'NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ'
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y C.S. PURAS

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA 'NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ'
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y C.S. PURAS

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 97531



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 293-2024-D-FICP-UANCV**

Juliaca, 01 de julio de 2024

**VISTOS:**

El **INFORME N° 112-2024-D-UI-FICP-UANCV**, del Director Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Ingeniería Sanitaria y Ambiental, **INFORME N° 013-2024-UI-CI-EPISA-FICP-UANCV** del Presidente del Sub Comité de Evaluación de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, **RESOLUCIÓN DECANAL N° 1278-2023-D-FICP-UANCV** que aprueba el Proyecto de Investigación el **27 de noviembre de 2023** y el acta de revisión y calificación del Trabajo de Investigación (tesis) de fecha **17 de junio de 2024** para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el tema titulado: **GESTIÓN AMBIENTAL DE LAS ACTIVIDADES DE EXTRACCIÓN Y ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE BIFENILOS POLICLORADOS EN MUESTRAS DE ACEITE DE TRANSFORMADORES EN CHICLAYO.**

**CONSIDERANDO:**

Que, el (la) Bachiller: **REYNALDO ANDRES BARRANTES ITO**, ha presentado su Trabajo de Investigación (tesis) Titulado: **GESTIÓN AMBIENTAL DE LAS ACTIVIDADES DE EXTRACCIÓN Y ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE BIFENILOS POLICLORADOS EN MUESTRAS DE ACEITE DE TRANSFORMADORES EN CHICLAYO.**

Que, habiendo procedido de acuerdo al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajo de Investigación, con fines de la obtención de Grados Académicos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, nominó a la sub comisión de evaluación de trabajo de investigación, a los siguientes Docentes:

- \* **Presidente** : **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**
- \* **1er Miembro** : **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**
- \* **2do Miembro** : **M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**

Que, el Sub Comité de evaluación ha aprobado en su integridad el Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **GESTIÓN AMBIENTAL DE LAS ACTIVIDADES DE EXTRACCIÓN Y ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE BIFENILOS POLICLORADOS EN MUESTRAS DE ACEITE DE TRANSFORMADORES EN CHICLAYO.**

Que, la Oficina de Investigación ha aprobado con el Dictamen N° 258-2024, la originalidad del trabajo de investigación (tesis) titulado: **GESTIÓN AMBIENTAL DE LAS ACTIVIDADES DE EXTRACCIÓN Y ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE BIFENILOS POLICLORADOS EN MUESTRAS DE ACEITE DE TRANSFORMADORES EN CHICLAYO.**

Estando, conforme a la **RESOLUCIÓN DECANAL N°064-2019-CF-FICP-UANCV** de fecha 02 de octubre de 2019 donde aprueba el reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales a la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, que consta de XI capítulos y 71 artículos, y;

**Estando**, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTICULO PRIMERO.- APROBAR**, el informe final de **TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Tesis)**, del Bachiller: **REYNALDO ANDRES BARRANTES ITO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: **GESTIÓN AMBIENTAL DE LAS ACTIVIDADES DE EXTRACCIÓN Y ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE BIFENILOS POLICLORADOS EN MUESTRAS DE ACEITE DE TRANSFORMADORES EN CHICLAYO.**

La misma que deberá proceder a la impresión de su borrador de Trabajo de Investigación en limpio, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras - Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental.

**ARTICULO SEGUNDO.- RECONOCER**, como asesor del Trabajo de Investigación (tesis) al docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, al **Dr. MILTHON QUISPE HUANCA.**

**ARTICULO TERCERO.-** La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese,

cc.  
archivo 2024  
interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y C.S. PURAS

*[Signature]*  
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y C.S. PURAS

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA  
SECRETARIO ACADÉMICO  
CIP. 45631



**RESOLUCIÓN DECANAL 185-2024-D-FICP-UANCV**

Juliaca, 14 de mayo del 2024

**VISTOS:**

El OFICIO N° OFICIO N° 045-2024-D/EPISA/FICP-UANCV, del Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental sobre el pedido de cambio de asesor del perfil de tesis del (la) Bachiller: **REYNALDO ANDRES BARRANTES ITO**; para optar al Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el tema titulado: **GESTIÓN AMBIENTAL DE LAS ACTIVIDADES DE EXTRACCIÓN Y ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE BIFENILOS POLICLORADOS EN MUESTRAS DE ACEITE DE TRANSFORMADORES EN CHICLAYO**.

**CONSIDERANDO:**

Que, el Bachiller: **REYNALDO ANDRES BARRANTES ITO**, ha solicitado cambio de asesor del perfil de tesis Titulado: **GESTIÓN AMBIENTAL DE LAS ACTIVIDADES DE EXTRACCIÓN Y ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE BIFENILOS POLICLORADOS EN MUESTRAS DE ACEITE DE TRANSFORMADORES EN CHICLAYO** aprobado con la RESOLUCIÓN DECANAL 1278-2023-D-FICP-UANCV de fecha 27 de noviembre de 2023; conformado por los siguientes Docentes:

- \* **Presidente** : Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
- \* **1er Miembro** : Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
- \* **2do Miembro** : M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
- \* **Asesor** : Ing. KAREN KELLY QUISPE QUISPE

Que, el director de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras ha tomado de conocimiento que el **ASESOR** del Proyecto de Investigación el (la) Ing. **KAREN KELLY QUISPE QUISPE** no tiene vínculo laboral en la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental**, por lo que ha determinado cambiar al **ASESOR** del Proyecto de Investigación, conforme lo establece el reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos e investigación con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y;

**Estando**, al proveído a la solicitud del ejecutante del proyecto de investigación y el documento de vistos, el director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, mediante el cual informa la designación de nuevo **ASESOR**; el mismo que deberá actuar según el Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**Estando**, en la opinión favorable del responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, en concordancia al Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras. de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**SE RESUELVE:**

**ARTICULO PRIMERO.** - **APROBAR**, el cambio del **asesor** del **Proyecto de Investigación** presentado por el Bachiller: **REYNALDO ANDRES BARRANTES ITO** con el tema titulado: **GESTIÓN AMBIENTAL DE LAS ACTIVIDADES DE EXTRACCIÓN Y ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE BIFENILOS POLICLORADOS EN MUESTRAS DE ACEITE DE TRANSFORMADORES EN CHICLAYO**, para optar al Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, se le asigna como:

- \* **ASESOR** : Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

**ARTICULO SEGUNDO.** - **RECONOCER** como **ASESOR** del proyecto de investigación al docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **Dr. MILTHON QUISPE HUANCA**.

**ARTICULO TERCERO.** - Disponer a los miembros del Jurado Calificador designados, dar continuidad al trámite de evaluación y calificación del Proyecto de Investigación, trabajo de tesis o sustentación de tesis, según sea el caso que se encuentre cada expediente. Quedando valido en sus demás disposiciones la Resolución decanal de aprobación de proyecto de investigación, que se mencionan en el considerando.

**ARTICULO CUARTO.** - La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el responsable del comité de investigación y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, el secretario Académico de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

cc. archivo 2024 interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS  
  
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS  
  
Dr. EFRAIN PARILLO SOSA  
SECRETARIO ACADÉMICO



**"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1278-2023-D-FICP-UANCV**

Juliaca, 27 de noviembre 2023

**VISTOS:**

El, **INFORME N° 738-2023-D-UI-FICP.UANCV** del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **INFORME DE OPINIÓN TÉCNICA N° 067-2023-UI-CI-EPISA-FICP-UANCV** del responsable del Comité de Investigación, la **opinión técnica N° 104-2023-UANCV-FICP-UI-CI-EPISA** del presidente del sub comité de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental y el **ACTA DE REGISTRO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN** según reglamento interno de aseguramiento de la calidad de trabajos de investigación de fecha **14 de noviembre de 2023**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el tema titulado: **GESTIÓN AMBIENTAL DE LAS ACTIVIDADES DE EXTRACCIÓN Y ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE BIFENILOS POLICLORADOS EN MUESTRAS DE ACEITE DE TRANSFORMADORES EN CHICLAYO.**

**CONSIDERANDO:**

Que, el (la) Bachiller: **REYNALDO ANDRES BARRANTES ITO**, ha presentado su Proyecto de Investigación Titulado: **GESTIÓN AMBIENTAL DE LAS ACTIVIDADES DE EXTRACCIÓN Y ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE BIFENILOS POLICLORADOS EN MUESTRAS DE ACEITE DE TRANSFORMADORES EN CHICLAYO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental.**

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras; el responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental**, Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, nominó a la sub comisión de evaluación de Proyecto de Investigación, a los siguientes Docentes:

- \* **Presidente** : **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**
- \* **1er Miembro** : **Mgrtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**
- \* **2do Miembro** : **M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**

Que, la sub comisión de evaluación ha concluido aprobar sin observación el Proyecto de Investigación titulado: **GESTIÓN AMBIENTAL DE LAS ACTIVIDADES DE EXTRACCIÓN Y ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE BIFENILOS POLICLORADOS EN MUESTRAS DE ACEITE DE TRANSFORMADORES EN CHICLAYO**, y;

Que, es requisito indispensable contar con un Docente Ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de magister y experiencia en la línea a investigar, que será el asesor de Proyecto de Investigación, y;

**Estando**, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, el **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el (la) Bachiller: **REYNALDO ANDRES BARRANTES ITO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, con el Tema Titulado: **GESTIÓN AMBIENTAL DE LAS ACTIVIDADES DE EXTRACCIÓN Y ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE BIFENILOS POLICLORADOS EN MUESTRAS DE ACEITE DE TRANSFORMADORES EN CHICLAYO.**

La misma que deberá proceder con la ejecución del Proyecto de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la) docente externa, de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **Ing. KAREN KELLY QUISPE QUISPE.**

**ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

cc.  
archivo 2023  
interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Mgrtr. MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA  
SECRETARIO ACADÉMICO  
CIP. 28631



## GESTIÓN AMBIENTAL DE LAS ACTIVIDADES DE EXTRACTIVIDAD Y ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE BIFENILOS POLICLORADOS EN MUESTRAS DE ACEITE DE TRANSFORMADORES EN CHICLAYO

### INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

14%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

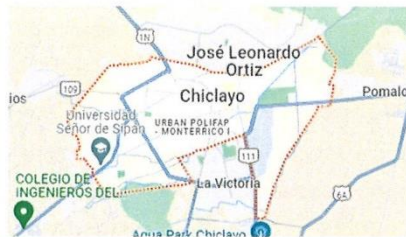
|   |  |     |
|---|--|-----|
| 1 | Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez<br>Trabajo del estudiante                       | 11% |
| 2 | <a href="http://www.digesa.minsa.gob.pe">www.digesa.minsa.gob.pe</a><br>Fuente de Internet               | 1%  |
| 3 | <a href="http://cybertesis.unmsm.edu.pe">cybertesis.unmsm.edu.pe</a><br>Fuente de Internet               | 1%  |
| 4 | <a href="http://repositorio.unapiquitos.edu.pe">repositorio.unapiquitos.edu.pe</a><br>Fuente de Internet | 1%  |
| 5 | <a href="http://repositorio.uancv.edu.pe">repositorio.uancv.edu.pe</a><br>Fuente de Internet             | 1%  |
| 6 | <a href="http://vsip.info">vsip.info</a><br>Fuente de Internet   | 1%  |
| 7 | <a href="http://docplayer.es">docplayer.es</a><br>Fuente de Internet                                     | <1% |
| 8 | <a href="http://www.minem.gob.pe">www.minem.gob.pe</a><br>Fuente de Internet                             | <1% |



**Metadatos complementarios**

|   |   |
|---|---|
| <b>Título de la Tesis</b>   |   |
| <b>GESTIÓN AMBIENTAL DE LAS ACTIVIDADES DE EXTRACCIÓN Y ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE BIFENILOS POLICLORADOS EN MUESTRAS DE ACEITE DE TRANSFORMADORES EN CHICLAYO</b> |   |
| <b>Datos de autor</b>   |   |
| Nombres y apellidos   | REYNALDO ANDRES BARRANTES ITO   |
| Tipo de documento de identidad  | DNI   |
| Número de documento de identidad  | 74249709  |
| URL de ORCID  | <a href="https://orcid.org/0009-0001-2725-3687">https://orcid.org/0009-0001-2725-3687</a> |
| <b>Datos de asesor</b>  |   |
| Nombres y apellidos   | MILTHON QUISPE HUANCA   |
| Tipo de documento de identidad  | DNI   |
| Número de documento de identidad  | 02424528  |
| URL de ORCID  | <a href="https://orcid.org/0000-0002-4219-1007">https://orcid.org/0000-0002-4219-1007</a> |
| <b>Datos del jurado</b>   |   |
| <b>Presidente del jurado</b>  |   |
| Nombres y apellidos   | EFRAIN PARILLO SOSA   |
| Tipo de documento   | DNI   |
| Número de documento de identidad  | 02416058  |
| <b>Miembro del jurado 1</b>   |   |
| Nombres y apellidos   | FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES   |
| Tipo de documento   | DNI   |
| Número de documento de identidad  | 02442876  |
| <b>Miembro del jurado 2</b>   |   |
| Nombres y apellidos   | JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA  |
| Tipo de documento   | DNI   |
| Número de documento de identidad  | 01323821  |



| <b>Datos de investigación</b>  |   |
|--|---|
| Línea de investigación   | Contaminación y calidad ambiental - P22   |
| Grupo de investigación   | No aplica.  |
| Agencia de financiamiento  | Sin financiamiento.   |
| Ubicación geográfica de la investigación   | <p><b>País:</b> Perú<br/> <b>Departamento:</b> Lambayeque<br/> <b>Provincia:</b> Chiclayo<br/> <b>Distrito:</b> Chiclayo<br/> <b>Coordenadas:</b><br/> <b>Latitud:</b> 6°45'47"S<br/> <b>Longitud:</b> 79°50'12"O<br/> <b>URL Maps:</b><br/> <a href="https://maps.app.goo.gl/X1SZqh1rnJE46SyS9">https://maps.app.goo.gl/X1SZqh1rnJE46SyS9</a></p>  |
| Año o rango de años en que se realizó la investigación   | Octubre 2023 – Julio 2024   |
| URL de disciplinas OCDE<br><a href="https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html">https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html</a><br>Librería | <p><b>Ingeniería ambiental</b><br/> <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.00">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.00</a></p> <p><b>Ciencias del medio ambiente</b><br/> <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.08">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.08</a></p>  |

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 DIRECCIÓN  
 Dr. Efraín Parillo Sosa  
 DIRECCIÓN  
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



### DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo REYNALDO ANDRES BARRANTES ITO, identificado con DNI Nro. 74249709, en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional**
- Programa de Segunda Especialidad,**
- Programa de Maestría o Doctorado**

INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación,  Trabajo Académico denominada:

GESTIÓN AMBIENTAL DE LAS ACTIVIDADES DE EXTRACCIÓN Y ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE BIFENILOS POLICLORADOS EN MUESTRAS DE ACEITE DE TRANSFORMADORES EN CHICLAYO

Asesorado por: Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 24 de JULIO del 2024

Firma del Asesor (obligatoria)

Firma del Estudiante (obligatoria)



Huella



## DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi madre Julia Ito Pilco y a mis hermanos, por su respaldo sin reservas, por su orientación constante, por enseñarme que no hay metas inalcanzables y por contribuir a mi crecimiento personal continuo. Los aprecio profundamente y siempre los tendré en alta estima.



## AGRADECIMIENTO

Manifiesto mi agradecimiento a aquellos que promovieron la fundación de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, ya que brindaron a jóvenes como yo la oportunidad de contribuir a nuestra ciudad mediante los conocimientos adquiridos.

Mi gratitud va dirigida a mis catedráticos, que supieron transmitirme sus conocimientos y me alentaron a esforzarme continuamente en mi carrera.

Agradezco a mi familia por inculcarme la perseverancia y la disciplina, pues todo aquello que se desea alcanzar en la vida es fruto de un gran esfuerzo y de la determinación de no rendirse nunca.

A los Ing. Karen Kelly Quispe Quispe por su paciencia y su apoyo incondicional en la asesoría de la tesis.

A mis amigos(a) que formaron parte de mi vida universitaria.

Muchas Gracias.



## ÍNDICE DE GENERAL

|                         |      |
|-------------------------|------|
| DEDICATORIA.....        | i    |
| AGRADECIMIENTO .....    | ii   |
| ÍNDICE DE GENERAL.....  | iii  |
| ÍNDICE DE TABLAS .....  | vii  |
| ÍNDICE DE FIGURAS ..... | viii |
| RESUMEN.....            | ix   |
| ABSTRACT .....          | x    |
| INTRODUCCIÓN .....      | xi   |

### CAPÍTULO I

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

|   |   |
|---|---|
| 1.1. Exposición de la situación problemática.....     | 1 |
| 1.2. Formulación del planteamiento del problema ..... | 3 |
| 1.2.1. Problema general.....                          | 3 |
| 1.2.2. Problemas específicos .....                    | 3 |
| 1.3. Justificación de la investigación.....           | 4 |
| 1.3.1. Justificación teórica.....                     | 4 |
| 1.3.2. Justificación práctica .....                   | 4 |
| 1.3.3. Justificación Económico.....                   | 5 |
| 1.3.4. Justificación metodológica .....               | 5 |
| 1.3.5. Justificación Social.....                      | 6 |



|   |    |
|---|----|
| 1.3.6. Justificación Ambiental.....                         | 6  |
| 1.4. Objetivos.....   | 7  |
| 1.4.1. Objetivo general.....                                | 7  |
| 1.4.2. Objetivos específicos.....                           | 7  |
| 1.5. Importancia y alcance de la investigación.....         | 7  |
| 1.6. Limitaciones y delimitaciones de la investigación..... | 8  |
| 1.7. Hipótesis.....   | 8  |
| 1.7.1. Hipótesis general.....                               | 8  |
| 1.7.2. Hipótesis específicas.....                           | 8  |
| 1.8. Variables e indicadores.....                           | 9  |
| 1.8.1. Conceptualización de variables.....                  | 9  |
| 1.8.2. Operacionalización de las variables.....             | 10 |

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

|   |    |
|---|----|
| 2.1. Antecedentes del estudio.....                        | 11 |
| 2.1.1. A nivel internacional.....                         | 11 |
| 2.1.2. A nivel nacional.....                              | 12 |
| 2.2. Bases teóricas.....                                  | 13 |
| 2.2.1. Bifenilos Policlorados (PCB).....                  | 13 |
| 2.2.2. Calidad de agua de consumo.....                    | 17 |
| 2.2.3. Características de los Bifenilos Policlorados..... | 17 |



- 2.2.4. Características de los Bifenilos Policlorados.....20
- 2.2.5. Tipos de equipos y desechos de PCB .....21
- 2.2.7. Tipos de equipos y desechos de PCB .....24
- 2.2.8. Resolución 222 del 2011 del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo sostenible.....28
- 2.2.9. Normas Ambientales.....29
- 2.2.10. Convenio de Basilia .....30
- 2.2.11. Convenio de Basilia .....31
- 2.3. Marco conceptual ..... 32

**CAPÍTULO III**

**METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

- 3.1. Enfoque de la investigación..... 44
- 3.2. Método aplicado en la investigación ..... 44
- 3.3. Tipo de investigación ..... 45
- 3.4. Diseño de investigación ..... 45
- 3.5. Diseño de estadístico ..... 45
- 3.6. Población y muestra ..... 46
  - 3.6.1. Población .....46
  - 3.6.2. Muestra .....47
- 3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de información ..... 47
  - 3.7.1. Técnicas de la investigación .....47



3.7.2. Instrumentos de la investigación .....48

3.7.3. Plan de recolección y procedimiento de datos .....48

**CAPÍTULO IV**

**RESULTADOS**

4.1. Presentación de resultados ..... 55

4.2 Resultados y Discusión del analisis cromatografico..... 55

**CONCLUSIONES .....66**

**RECOMENDACIONES .....67**

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....68**

**ANEXOS.....71**

Anexo 01. Matriz de consistencia..... 72

Anexo 03. Ensayo de SGS ..... 74

Anexo 03. Panel fotográfico ..... 76



## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 1</b> Operacionalización de las variables .....                                   | 10 |
| <b>Tabla 2</b> Producción total de los Bifenilos Policlorados.....                         | 15 |
| <b>Tabla 3</b> Distribución de transformadores de ENSA .....                               | 47 |
| <b>Tabla 4</b> Equipos e implementos de protección, para el uso del personal técnico ..... | 50 |
| <b>Tabla 5</b> Relación de transformadores con resultado > 50ppm .....                     | 58 |
| <b>Tabla 6</b> Resumen del conjunto total de muestras en proceso de descarte .....         | 59 |
| <b>Tabla 7</b> Resultado del análisis por cromatografía de muestra con PCB .....           | 60 |
| <b>Tabla 8</b> REPORTE DE INVENTARIO año de fabricación .....                              | 61 |
| <b>Tabla 9</b> Pruebas de normalidad.....  | 63 |
| <b>Tabla 10</b> Estadísticos de prueba: Prueba de Kruskal Wallis .....                     | 64 |



## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1</b> Estructura de Moléculas del PCB.....  | 13 |
| <b>Figura 2</b> Propiedades fisicoquímicas de los Bifenilos Policlorados .....                  | 19 |
| <b>Figura 3</b> Detalles sobre la intoxicación por PCBs en Yusho.....                           | 27 |
| <b>Figura 4</b> Diagrama de Gestión Ambiental PCBs .....  | 29 |
| <b>Figura 5</b> Placas donde indican el nombre del aceite dieléctrico con presencia de PCB..... | 37 |
| <b>Figura 6</b> Flujoograma del desarrollo de investigación .....                               | 49 |
| <b>Figura 7</b> Charla de 5 minutos con el personal .....                                       | 51 |
| <b>Figura 8</b> Señalización del sitio de trabajo.....  | 51 |
| <b>Figura 9</b> Muestra de Aceite de un transformador .....                                     | 53 |
| <b>Figura 10</b> Transformador extraído la muestra .....  | 54 |
| <b>Figura 11</b> REPORTE DE INVENTARIO: Libre de PCB - Concentración permitida de PCB.....      | 56 |
| <b>Figura 12</b> Resumen del total de muestras en proceso de descarte .....                     | 57 |
| <b>Figura 13</b> Reporte de inventario: Año de fabricación .....                                | 61 |
| <b>Figura 14</b> Niveles de Bifenilos Policlorados (PCB) por Tipo de AROCLOR .....              | 64 |



## RESUMEN

Esta investigación pretende orientar sobre la gestión ambiental y de salud ocupacional en transformadores de ENSA con presencia de PCB; Se refiere a contaminantes orgánicos persistentes, los cuales son artificiales y no existen de forma natural en la naturaleza. Han sido desarrollados y fabricados por humanos desde el año 1930, cuya producción estuvo prohibida hasta 1983 por ser extremadamente nocivos para la salud, las personas y el medio ambiente. En 2002, el Convenio de Estocolmo precisó a los PCB como contaminantes que precisan especial atención y los países están obligados a eliminarlos en el periodo que finaliza en 2025 si desmantelan los equipos que los contienen en este apartado y para 2028 los eliminarán.

La presente investigación tiene como objetivo realizar el Análisis Bifenilos Policlorados en aceites de transformadores de distribución eléctrica, mediante un análisis cualitativo por el método cromatográfico, para ello se han extraído muestras de aceite de diferentes transformadores de la ciudad de Chiclayo y sucursales en transformadores ENSA, Para demostrar esto, comenzaremos con el diagnóstico y análisis del aceite dieléctrico, presente en los transformadores más antiguos, principios legales vigentes, el análisis de las capacidades y mecanismos de comunicación confirmó esta hipótesis. El objetivo es identificar transformadores contaminados con PCB, determinar niveles de concentración y recomendar estrategias de gestión ambiental y de salud profesional. medio ambiente, en línea con los objetivos fijados por el OEFA y el Convenio de Estocolmo.

**Palabras claves.** Contaminantes orgánicos Persistentes (COPs), Bifenilos Policlorados, aceites dieléctricos, transformadores.



## ABSTRACT

The objective of this research is to provide guidance on environmental and job-related health management in ENSA's transformers with PCBs existence; these are continuous organic contaminants, not occurring naturally., developed and produced by man since the 1930s, whose production was prohibited until 1983 because they are extremely harmful to health, people and the atmosphere. In 2002, PCBs were identified by the Stockholm Convention as pollutants that require special attention and countries are obliged to eliminate them in the period ending in 2025 if they dismantle the equipment containing them in this section and by 2028 they will eliminate them.

The present investigation has the objective of analyzing Polychlorinated Biphenyls in oils in electrical distribution transformers, employing qualitative analysis by chromatographic method, for this purpose oil samples have been extracted from different transformers in the city of Chiclayo and branches in ENSA transformers, To demonstrate this, we will begin with the detection and analysis of dielectric oil, present in the oldest transformers, current legal principles, the analysis of the capacities and communication mechanisms confirmed this hypothesis. The goal is to pinpoint PCB-contaminated transformers, ascertain concentration levels and recommend strategies for environmental and workplace health management.

**Keywords.** Persistent organic pollutants (POPs), polychlorinated biphenyls, dielectric oils, transformers.



## INTRODUCCIÓN

La distribución de energía eléctrica en la Región de Lambayeque, es responsabilidad de la Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad del Norte S.A. (ENSA), la cual sigue empleando transformadores eléctricos de distribución con una antigüedad superior a los 35 años. Por esta razón, se lleva a cabo este análisis con el propósito de eliminar los bifenilos policlorados (PCB), ya que representan un riesgo para la vida silvestre y el hábitat. Dado que Los PCB tienen una alta resistencia a la descomposición en el medio ambiente y un manejo incorrecto podría resultar en la liberación de cantidades significativas de esta sustancia, amenazando la salud y el medio ambiente en la región.

Los PCB son moléculas orgánicas formadas por dos anillos de benceno unidos entre sí y con átomos de cloro sustituidos en sus posiciones artificiales que se pueden encontrar en equipos eléctricos más antiguos, como transformadores, condensadores y balastos de luces fluorescentes. En el campo eléctrico, se utilizan como aceites dieléctricos porque los PCB no son inflamables, son químicamente estables, tienen un alto punto de ebullición y excelentes propiedades de aislamiento eléctrico. Los PCB son peligrosos porque tienen una vida prolongada, se bioacumulan, pueden viajar largas distancias en el medio ambiente y son tóxicos para la vida silvestre y los humanos. Por este motivo, han sido enlistados en el inventario de contaminantes orgánicos persistentes (COP) del Convenio de Estocolmo. Las partes que ratificaron el Convenio de Estocolmo establecieron el objetivo de eliminar los PCB para 2025 y garantizar el tratamiento de desechos con bajo impacto ambiental para 2028.



Los bifenilos policlorados (PCB) son contaminantes artificiales altamente tóxicos que han sido prohibidos en casi todos los países desde la década de 1980. Sin embargo, su uso industrial dificulta la reducción de su escape al entorno, resultando en su dispersión en el aire, el agua, los sedimentos y la vida acuática., la fauna y los tejidos humanos. Los PCB son cancerígenos y pueden inhibir el sistema inmunológico, elevando la posibilidad de contraer distintas enfermedades. Los trabajadores de la industria eléctrica corren un riesgo especial de exposición a los PCB. A pesar de su prohibición, los PCB siguen representando un desafío para el entorno y la salud de las personas En 2001, la comunidad internacional firmó el Convenio de Estocolmo en la ciudad de Estocolmo, el cual fue aprobado en Perú., el 10 de agosto del 2005.

La presente investigación presenta los siguientes capítulos:

Capítulo I. Planteamiento del problema

Capítulo II. Marco teórico

Capítulo III. Metodología de la investigación

Capítulo IV. Resultados

Conclusiones y Recomendaciones



## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1. Exposición de la situación problemática

Los contaminantes orgánicos persistentes (COP), como la contaminación por PCB, representan una amenaza importante para nuestra salud y nuestros ecosistemas. Estos contaminantes son conocidos por su bioacumulación y persistencia, lo que puede causar problemas de salud como cáncer, disfunción del sistema reproductivo, sistema nervioso, sistema inmunológico y susceptibilidad a otras enfermedades. La cuestión de los COP no se limita al medio ambiente, sino que también tiene implicaciones políticas, económicas, sociales y deportivas. Es fundamental abordar este problema para evadir mayores daños a nuestra salud y al medio ambiente.

En Perú, incluso antes de la aprobación del Convenio de Estocolmo, se adoptó el D.S. 08-10-2005-RE N° 067-2005, referencia actual Ley Nacional N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos D.S. N° 057-2004-PCM, Lineamientos para la Convención de Brasilia sobre Movimientos Transfronterizos y su



Eliminación. Aprobado por R.L. N°26234 del 19-10-1993, que comenzó a regir en nuestro país el 21 de febrero de 1994, se especifica un límite de 50 ppm para caracterizar los equipos contaminados por PCBs, lo cual es una norma de identificación de equipos determinada bajo el Convenio de Estocolmo. (Ministerio de Salud, 2017).

Requiere la tarea de localizar e identificar todos los equipos que contengan una manifestación de PCB superior a 50 ppm y luego establecer protocolos que aseguren el correcto manejo y clasificación de dichos equipos contaminados con PCB, lo que eventualmente garantizaría la total observancia de los requerimientos del Convenio de Estocolmo.

“El artículo 7 del pacto indica que cada sección debe realizar un programa de aplicación o ejecución, el cual debe ser integrado en sus estrategias de desarrollo sostenible, requiriendo una evaluación previa de la situación de los Contaminantes Orgánicos Persistentes”. (Convenio Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes, 2009).

En cuanto al marco legal en el que se desenvuelve nuestro país en materia de manejo de PCB, comienza desde la producción, acopio, almacenamiento y transporte de los bifenilos policlorados posterior al almacenamiento, tratamiento, hasta su disposición final. Esto está respaldado por reglas sobre:

La ley de residuos sólidos generales, Ley 27314, actúa como base normativa para el tratamiento de desechos peligrosos y desechos no peligrosos.



Asimismo, en cumplimiento del D.S. N° 057-2004-PCM, reglamento de la ley general de residuos desechables, este reglamento incluye en la disposición novena cláusula adicional, temporal y conclusiva sobre aceites usados y solventes industriales están sujetos a las disposiciones de la ley para su gestión y medio ambiente. (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2015),

Conforme con la Constitución Política del Perú, la política ambiental nacional y la política nacional de salud del medio ambiente y otras regulaciones relacionadas con la gestión de sustancias químicas y desechos tóxicos; y específicamente en lo referente a los bifenilos policlorados, tanto instituciones públicas como empresas privadas están obligadas a tomar medidas y llevar a cabo acciones para disminuir y erradicar el riesgo asociado con la existencia de los bifenilos policlorados en diferentes aplicaciones industriales y en el entorno. (MANEJO Y DISPOSICIÓN AMBIENTALMENTE RACIONAL DE BIFENILOS POLICLORADOS (PCB), 2017)

## **1.2. Formulación del planteamiento del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cómo se realiza el análisis de bifenilos policlorados en aceites de transformadores de distribución eléctrica en la Provincia de Chiclayo para reducir el riesgo de contaminación del medio ambiente y salud?

### **1.2.2. Problemas específicos**

1. ¿Qué estándar elegir para analizar los PCB en el aceite de transformador de distribución para reducir la contaminación ambiental?



2. ¿Cómo obtener las mediciones más confiables y precisas de los niveles de PCB en los aceites dieléctricos de los transformadores en la Provincia de Chiclayo?

### **1.3. Justificación de la investigación**

#### **1.3.1. Justificación teórica**

El proyecto de investigación pueda determinar si los contaminantes orgánicos permanentes en los PCB todavía están presentes en nuestra área local de Lambayeque, donde el sector eléctrico ha ampliado notablemente sus capacidades de transformadores de distribución. Esperamos localizar evidencia de un control de mantenimiento deficiente sobre equipos obsoletos que ahora requieren eliminación debido a riesgos de contaminación cruzada secundaria en casos potenciales causados por fugas inadecuadas de aceite durante las fases de remoción y transporte. Esto puede resultar dañino/nocivo desde la perspectiva monetario o mediante de impactos adversos para la salud de los destinatarios desprevenidos.

#### **1.3.2. Justificación práctica**

Para determinar la cantidad de PCB presente en la matriz, se realiza un análisis cromatográfico de todas las muestras. Esta técnica se prefiere a los métodos no cromatográficos, ya que puede identificar y medir numerosas moléculas de PCB en una sola prueba, incluidos los 209 congéneres que pueden cuantificarse en el mismo cromatograma. Este enfoque confirma resultados precisos y hallazgos precisos.



### 1.3.3. Justificación Económico

La metodología propuesta debe garantizar que la investigación sea rigurosa, precisa y basada en evidencia, permitiendo una evaluación exhaustiva del estado de las aguas subterráneas en los pozos utilizados por los pobladores en el Distrito de San Miguel, Puno. Esto respaldará la toma de decisiones informadas para abordar posibles problemas de calidad del agua y fomentar la salvaguarda y el bienestar de los ciudadanos".

### 1.3.4. Justificación metodológica

Uno de los criterios de decisión fue también el aspecto económico, tomando en consideración el método de incineración que se utiliza para eliminar los bifenilos policlorados. Sin embargo, esta técnica no está disponible en nuestro país, su presencia es mayoritaria en territorios como Francia, Canadá, Europa, Estados Unidos, México y Brasil, entre otros. Su coste operativo también es muy alto debido a un proceso de funcionamiento complejo. Como no contamos con esta tecnología disponible en el Perú, envío de desechos con presencia de PCB al extranjero. Además, es importante tener en cuenta lo siguiente:

- Obtener la autorización de los países receptores o de tránsito para llevar a cabo la exportación de desechos peligrosos.
- La exportación debe ser efectuada por una empresa con la autorización correspondiente para el envío de residuos peligrosos.
- Tomar en cuenta los gastos asociados al tratamiento por cada tonelada de residuo.



- Evaluar los costos relacionados con el transporte terrestre hasta el punto de embarque.
- Evaluar el costo del envío por vía naval al país receptor.
- Tomar en cuenta los gastos asociados a trámites y autorizaciones necesarios.
- Contemplar el valor del seguro de riesgos y otras coberturas de seguros según sea necesario.

### **1.3.5. Justificación Social**

Esta investigación se apoya en el conocimiento de investigaciones similares realizadas en otros países bajo el Convenio de Estocolmo. Vale resaltar que la metodología utilizada toma en cuenta las condiciones sociales, culturales y tecnológicas para garantizar el cumplimiento de los objetivos establecidos. También se espera que las acciones tomadas protejan la salud de la humanidad que puedan estar expuestas a los PCB y reduzcan el riesgo de contaminación ambiental.

### **1.3.6. Justificación Ambiental**

Existe evidencia científica de que a pesar de que los PCB han sido discontinuados durante muchos años, todavía se pueden encontrar en muchas aplicaciones diferentes como: transformadores, capacitores, fluidos de transferencia de calor, pinturas, masillas, adhesivos, etc. medio ambiente, contaminan el agua, el aire, tierra y alimentos, ocasionando serios perjuicios en relación a la salud de individuos y animales. Por lo cual, es imprescindible



determinar la Nota de los bifenilos policlorados y comenzar a limitar y eliminar los PCB, según lo dispuesto en el Acuerdo de Estocolmo.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Realizar el Análisis Bifenilos Policlorados en aceites de transformadores de distribución eléctrica así reducir el riesgo de la contaminación ambiental y prevenir riesgos a la salud.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

1. Aplicar los criterios para el análisis de los bifenilos policlorados en aceites transformadores de distribución eléctrica para reducir la contaminación ambiental y prevenir riesgos a la salud de las personas
2. Designar un método más confiable y precisa para el análisis de descarte de bifenilos policlorados en aceites de transformadores de distribución eléctrica y poder reducir la contaminación del medio ambiente y de los seres vivos, en la Región de Lambayeque.

## **1.5. Importancia y alcance de la investigación**

El alcance de esta investigación incluirá el análisis cromatográfico en laboratorio acreditada por INACAL, como contenido de Bifenilos Policlorados, contaminantes orgánicos persistentes. Asimismo, se considerarán las Notas potenciales de contaminación concentración de PCB superior a 50 ppm y luego establecer protocolos que aseguren el correcto manejo y clasificación de dichos equipos contaminados con PCB. Este estudio busca proporcionar información precisa y detallada que sirva como base para futuras acciones encaminadas a



garantizar el riguroso acatamiento de las normas establecidas en el Convenio de Estocolmo

## **1.6. Limitaciones y delimitaciones de la investigación**

El estudio sobre la Gestión Ambiental de las Tareas de Extracción y Evaluación del contenido de Bifenilos Policlorados enfrenta varias limitaciones. Estas limitaciones y delimitaciones son importantes para interpretar los hallazgos y comprender las restricciones del estudio. Además, ayudan a contextualizar los resultados y a definir áreas para futuras investigaciones y mejoras metodológicas.

## **1.7. Hipótesis**

### **1.7.1. Hipótesis general**

La realización del análisis de Bifenilos Policlorados en aceites de transformadores de distribución eléctrica permitirá reducir el riesgo de contaminación ambiental y prevenir posibles riesgos para la salud de la población

### **1.7.2. Hipótesis específicas**

1. Los niveles de bifenilos policlorados en los aceites de transformadores de distribución eléctrica en la zona son igual o inferiores a 50 ppm.
2. La implementación de un método más confiable y preciso para el análisis y descarte de bifenilos policlorados en aceites de transformadores de distribución eléctrica en la Región de Lambayeque podría contribuir a la reducción de la contaminación ambiental y a la protección de la salud de los seres vivos.



## 1.8. Variables e indicadores

### 1.8.1. Conceptualización de variables

#### **Variable dependiente:**

- Riegos al medio ambiente (no biodegradable, afecta cadena trófica).
- Riesgos para la salud (alteraciones de los sistemas endocrino, inmunológico, neurológico, reproductivo y cancerígeno).
- Contacto, inhalación e ingestión de aceites que rebasen los 50 ppm de PCB.

#### **Variable independiente:**

Bifenilos Policlorados (PCB) en transformadores eléctricos.



## 1.8.2. Operacionalización de las variables

**Tabla 1**

*Operacionalización de las variables*

|                        | VARIABLES   | DIMENSION  | INDICADOR  | CRITERIOS DE VALORIZACION  |
|------------------------|---|--|--|--|
| VARIABLE INDEPENDIENTE | Bifenilos policlorados en transformadores eléctricos  | Ubicación geográfica   | Inventario de los transformadores eléctricos   | Formato de inventario  |
| VARIABLE DEPENDIENTE   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Riesgo para el medio ambiente</li> <li>- Riesgo para la salud</li> <li>- Contacto, inhalación e ingestión de aceites de PCB</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pruebas de laboratorio</li> <li>- Pruebas de laboratorio</li> <li>- Capacitación al personal</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Muestra de aceite del transformador</li> <li>- Muestra de aceite del transformador</li> <li>- Cursos de capacitación</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Método cromatográfico de gases</li> <li>- Método cromatográfico de gases</li> <li>- Especialista</li> </ul> |



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes del estudio

Los impactos de este compuesto tóxico, los bifenilos policlorados, son motivo de gran preocupación para todos. Tanto instituciones públicas como privadas están enfocadas en controlar la existencia de estos equipos contaminados con bifenilos policlorados (PCB).

##### 2.1.1. A nivel internacional

(Hernando, López Pérez, 2005), en BOGOTA. UNIVERSIDAD DE LOS ANDES. Su trabajo se centra exclusivamente en los PCB y busca determinar si la capacidad institucional del gobierno y la colaboración del sector empresarial cumplen con los principios consagrados en los convenios internacionales ratificados por la norma Colombia.

(Alberto Iván, Mayoral Islas, 2017), en su tesis utilizó el método de investigación RESEAB, mediante el cual intentó diagnosticar los problemas derivadas de la existencia de PCB en México y utilizó este método para proponer



un modelo sistémico para resolver los problemas ambientales causados por esta sustancia. El modelo propuesto utiliza un método de oxidación con agua supercrítica que permite la conversión de PCB en sustancias relativamente inofensivas como CO<sub>2</sub> o HCl y H<sub>2</sub>O. Finalmente, se presenta un análisis comparativo de costo-beneficio para otros métodos de degradación de PCB.

(Rosso, Adriana, 2015), detalla la elaboración de normas nacionales para aceite mineral certificado INTI con concentraciones de PCB de manera que posibilite contabilizar los volúmenes nacionales y regionales de PCB con trazabilidad al estándar internacional.

### **2.1.2. A nivel nacional**

DIGESA (2017), En Perú, se ha diseñado y ejecutado, según sea necesario, un proyecto de gestión y eliminación de bifenilos policlorados (PCB) respetuoso con el medio ambiente. Identificando y gestionando la existencias y desechos de PCB con la cooperación de compañías participantes de manera voluntaria (principalmente del sector eléctrico) Inventario y tratamiento de inventario y residuos de PCB con la cooperación de empresas voluntarias (importantemente de la industria eléctrica) Inventario y tratamiento de inventario y residuos de PCB con la implicación de entidades voluntarias (especialmente en la industria eléctrica). Por ejemplo, las actividades conjuntas de las empresas eléctricas Hidrandina S.A., Electrocentro S.A. y Electro Puno S.A.A. La ratio de aportación de capital es del 42,54%.

(Mendoza, 2013), en su tesis presentó un proyecto encaminado a "Diseñar una estrategia para el manejo de los bifenilos policlorados (PCB) en el Perú, considerando aspectos ambientales y tecnológicos", afirmando que

nuestro país no tiene o no tiene una estructura establecida. para monitorear, detectar, limpiar y eliminar PCB. Comenzar por diagnosticar y analizar las estructuras públicas y privadas que amenazan no sólo el acatamiento de los compromisos derivados del Convenio de Estocolmo sino sobre todo el bienestar de los individuos y su consonancia con el medio ambiente, logrando así los objetivos del Convenio de Estocolmo.

## 2.2. Bases teóricas

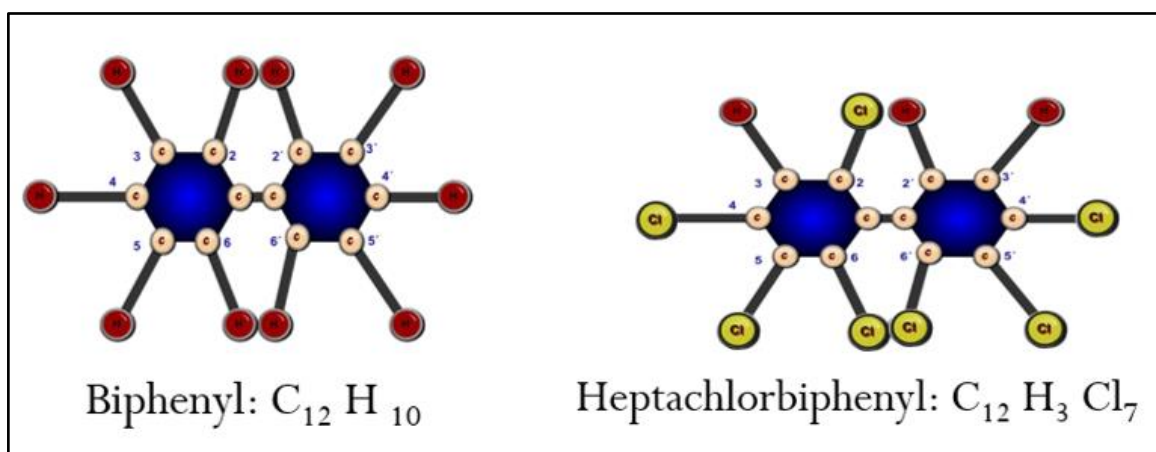
### 2.2.1. Bifenilos Policlorados (PCB)

La calidad del agua subterránea se relaciona con las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del agua existente en acuíferos subterráneos. Es un indicador crucial para evaluar la idoneidad del agua para distintos fines, tales como el aprovechamiento humano, la agricultura, la manufactura y la preservación del entorno natural. (MINPETEL, 2009)

Formula General:  $C_{12}H_{10-n}Cl_n$ . dentro del rango de 1-10.

#### Figura 1

*Estructura de Moléculas del PCB*



*Nota:* (MINPETEL S.A.)



No se conoce procedencia natural de los PCB. Este compuesto fue descubierto hacia el final del siglo pasado, reconociéndose su valor para la industria por sus impresionantes características.

Los PCB se empezaron a utilizar comercialmente desde 1930, desempeñando roles tales como fluidos dieléctricos y refrigerantes, y en otras funciones como retardantes de llama, disolventes de tinta, plastificantes, y más

Muy pocas veces se usó los bifenilos policlorados en su máxima concentración, en varias situaciones fueron utilizadas con sufijos distintos dependiendo el nivel de clorinación, tipos de composición u otras propiedades, por ejemplo, Aroclor 1254, Clophen A60, los recientes números de estos productos indicaban la cantidad de cloro en los bifenilos policlorados. En Estados Unidos, se manufacturó entre 1930 y 1977 con nombres comerciales como Aroclor, Askarel y Therminol, alcanzando su producción máxima en 1970, con aproximadamente 39 millones de kg de Aroclor, con contenidos que variaban entre el 21% y el 68%.

La toxicidad ambiental de los PCB se reconoce a partir de investigaciones y efectos a largo plazo, pero también se considera que controlar su liberación al medio ambiente es prácticamente imposible debido a sus usos industriales y aplicaciones, lo que lleva a que hoy en día encontremos PCB muy extendidos en los ecosistemas, ya sea como resultado del vertido directo, la quema o como resultado de los desechos



contaminados con PCB que se vierten en ríos y océanos. (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2015).

**Tabla 2**

*Producción total de los Bifenilos Policlorados*

| PRODUCTOR               | PAIS                | INICIO AÑO  | FIN AÑO     | CANTIDAD TONELADAS | %          | REFERENCIA                   |
|-------------------------|---------------------|-------------|-------------|--------------------|------------|------------------------------|
| Monsanto                | USA                 | 1930        | 1977        | 641,246.00         | 48.4       | De Vooat and Brinkman (1989) |
| Baver AC                | Alemania Occidental | 1930        | 1983        | 159,062.00         | 12         | De Vooat and Brinkman (1989) |
| Orgsteklo               | U.S.S.R. (Rusia)    | 1939        | 1990        | 141,800.00         | 10.7       | AlvIAf' (2000)               |
| Prodelec                | Francia             | 1930        | 1984        | 134,654.00         | 10.2       | De Vooat and Brinkman (1989) |
| Monsanto                | U.K                 | 1954        | 1977        | 66,542.00          | 5          | De Vooat and Brinkman (1989) |
| Kanegafuchi             | Japon               | 1954        | 1972        | 56,326.00          | 4.2        | Tatsukawai(1976)             |
| Orgsintez               | U.S.S.R.(Rusia)     | 1972        | 1993        | 32,000.00          | 2.4        | AlvIAf' (2000)               |
| Caffaro                 | Italia              | 1958        | 1983        | 31,092.00          | 2.3        | De Vooat and Brinkman (1989) |
| S.A Cros                | Spain               | 1955        | 1984        | 29,012.00          | 2.2        | De Vooat and Brinkman (1989) |
| Chemko                  | Czechoslovakia      | 1959        | 1984        | 21,482.00          | 1.6        | Scholoserova (1994)          |
| Xi'an                   | China               | 1960        | 1979        | 8,000.00           | 0.6        | Jiang et a.(1997)            |
| Mitsubishi              | Japon               | 1969        | 1972        | 2,461.00           | 0.2        | Tatsukawa(1976)              |
| Electrochemical Company | Poland              | 1966        | 1970        | 1,000.00           | <0.1       | Zulkowski et al. (2003)      |
| Zaklady Azotowe         | Poland              | 1974        | 1977        | 679.00             | <0.1       | FalandVszf2000)              |
| Geneva Industriales     | USA                 | 1971        | 1973        | 454.00             | <0.1       | De Vooat and Brinkman (1989) |
| <b>TOTAL</b>            | <b>GLOBAL</b>       | <b>1930</b> | <b>1993</b> | <b>1.325,81</b>    | <b>100</b> |                              |

*Nota:* Departamento De Salud Y Servicios Humanos ATSDR.

La Tabla N° 02 muestra que el 48.4% de la producción mundial de PCB se realizó en los Estados Unidos, en tanto que las naciones de Europa Occidental contribuyeron con un 31.7%. Los restantes



porcentajes corresponden a la fabricación en países como Rusia, Japón y China.

Se destaca que en otras naciones del mundo nunca se ha producido ni fabricado bifenilos policlorados, situación que también se aplica a nuestro país. No obstante, hemos importado y utilizado estos compuestos como ingredientes técnicos y componentes en distintos productos. Respecto a los países proveedores de estos compuestos, carecemos de información sobre el volumen de importación de bifenilos policlorados. Durante aquel período, era común despachar equipos que poseían estos compuestos a territorios en desarrollo como destinatarios de contribuciones, sin revelar la presencia de contaminantes orgánicos persistentes. (Mendoza, 2013).

Por ende, nos encontramos con una ausencia de datos confiables acerca de las importaciones de aquel momento, y menos aún sobre las cantidades de bifenilos policlorados presentes en cada país. Este vacío de información también se refleja en el uso de equipos electrónicos, conductos de gas, agua y petróleo, así como puentes y depósitos de acero, así como en numerosos usos relacionados con el acero, como recubrimientos de pintura antioxidantes o selladores en construcciones y componentes de equipos más pequeños. (Mendoza, 2013).

Metales y Compuestos Químicos: Presencia y concentración de metales pesados, pesticidas, herbicidas, compuestos orgánicos, productos farmacéuticos, etc.



## 2.2.2. Calidad de agua de consumo

Los pozos de agua son estructuras excavadas o perforadas en la tierra con el propósito de acceder y extraer agua subterránea. Estos pozos son fundamentales para garantizar el aprovisionamiento de agua para beber y su uso en varios ámbitos como la agricultura, la fabricación y las labores diarias de la comunidad. La calidad del agua es un término relativo que solo adquiere un significado universal cuando se relaciona con su uso. Esto indica que incluso el agua conectado a cómo se utiliza el recurso. Esto nos informa de que incluso el agua que es apropiada para el consumo humano y lo suficientemente limpia para preservar la vida de los peces puede no ser buena para nadar.

La calidad de un agua debe ser evaluada según su uso previsto para determinar su adecuación. Cuando ocurre un cambio que impacta la manera en que el agua es empleada o puede ser empleada, se considera que está contaminada.

La medición de la calidad del agua se efectúa utilizando métodos analíticos apropiados para cada situación, asegurando que los resultados sean representativos. Esto es crucial para asegurar la precisión de los resultados obtenidos. Es esencial prestar especial atención a los métodos de muestreo, así como a la terminología y unidades utilizadas (Pancca, 2021).

## 2.2.3. Características de los Bifenilos Policlorados

Los bifenilos policlorados (PCB) son un conjunto de hidrocarburos aromáticos halogenados sintetizados se distinguen por tener al menos un cloro que sustituye a un hidrógeno, y se destacan por su durabilidad,



capacidad de inflamación, resistencia eléctrica y permanencia ante la descomposición térmica y química, esto los hace adecuados para su utilización en condensadores y transformadores eléctricos. La OMS ha asignado coeficientes de toxicidad equivalentes a 12 congéneres de PCB que muestran una toxicidad similar a la de las dioxinas. Los PCB pueden aparecer como líquidos transparentes o viscosos, sólidos cristalinos blancos o resinas de color amarillo a negro, y su viscosidad y punto de inflamación pueden variar.

Los bifenilos policlorados (PCB) son muy estables y capaces de soportar la acción de productos químicos como ácidos, bases y agentes oxidantes. Son ligeramente solubles en aceites y muy solubles en disolventes orgánicos, pero insolubles en agua. Los PCB tienen propiedades resistentes al fuego y son difíciles de encender. Producen un fuerte olor característico y no son buenos conductores del calor. Los PCB son más pesados que el agua y tienen bajas presiones de vapor. Se descomponen a temperaturas muy altas y son químicamente muy inertes

Estas propiedades hicieron que los bifenilos policlorados sean ideales su empleo en calidad de líquidos aislantes en condensadores y transformadores eléctricos, actualmente conlleva desventajas considerables porque:

- No se descomponen naturalmente
- Permanecen en el ambiente por períodos prolongados
- Tienen la capacidad de acumularse en la grasa corporal
- Son cancerígenos
- Pueden provocar efectos adversos graves en los organismos vivos.



**Figura 2**

*Propiedades fisicoquímicas de los Bifenilos Policlorados*

| PARÁMETROS   | CARACTERÍSTICAS   |
|--|---|
| Estado físico  | Líquido (temperatura ambiente)  |
| Densidad   | 1,182-1,566 g/ml  |
| Solubilidad en agua  | Baja, entre $1,08 \times 10^{-5}$ y $9,69 \times 10^{-5} \text{X}^{\text{no}}$ mol/litro (generalmente reduce con la masa molecular relativa)   |
| Solubilidad en aceite y solventes orgánicos  | Alta  |
| Solubilidad en líquidos  | Prontamente asimilados por tejidos grasos   |
| Coefficiente de partición log kow  | 4,46-8,18 <sup>18,19</sup>  |
| Punto de inflamación   | Alto (170-380°C) (no explosivos)<br>Reducida (Semivolátiles), generan vapores más densos que el aire, sin embargo, no generan mezclas explosivas con este. Por lo general, disminuye a medida que aumenta la masa molecular relativa y eleva el nivel de sustitución de los cloros en la posición orto                      |
| Presión de vapor   |   |
| Constantes de la ley de Henry  | $0,3 \times 10^{-4}$ - $8,9 \times 10^{-4}$ atm m <sup>3</sup> /mol (a 25°C, técnica de purga de gas) establecida para 20 congéneres  |
| Constante dieléctrica  | Elevada (escasa conductividad eléctrica)<br>Gran capacidad de resistencia al fuego con elevada temperatura de ignición (razón por la que se utilizan como refrigerantes en dispositivos eléctricos). Al calentarse, pueden producir Dibenzofuranos Policlorados, especialmente en el rango de temperatura de 550°C a 700°C. |
| Estabilidad térmica  | Gran estabilidad química en condiciones usuales. Son resistentes a la oxidación, ácidos, bases y otros productos químicos. Según estudios de laboratorio, mantienen su integridad química incluso expuesto al oxígeno o a ciertos metales reactivos a altas temperaturas (mayores a 170°C) y por tiempos extendidos         |
| Estabilidad química  |   |
| Contaminantes identificados en combinaciones comerciales de bifenilos policlorados | Bifenilos furánicos clorados (a concentraciones de unos pocos miligramos mg/kilogramo-kg y mg/kg).<br>Naftalenos clorados y tetraclorobifenilos.  |
| Color  | Los bifenilos policlorados las mezclas de congéneres suelen presentar una pigmentación amarilla clara u oscura. En cambio, los compuestos análogos son generalmente incoloros y a menudo cristalinos  |

*Nota:* Departamento de Salud y Servicios Humanos ATSDR.



Están conformados por un par de moléculas aromáticos enlazados por Carbono-Carbono. La peculiaridad principal reside en que los hidrógenos están reemplazados por hasta diez átomos de cloro. La composición específica de átomos de cloro varía en cada tipo de PCB.

Los PCB no están determinados por el estado del aceite; son en realidad aditivos introducidos en el aceite con el propósito de mejorar sus cualidades. Por consiguiente, tanto un aceite quemado como uno filtrado o nuevo pueden contener PCB.

A pesar de las propiedades físicas y químicas de los bifenilos policlorados los hacen útiles en muchas aplicaciones cotidianas, su estabilidad química representa un riesgo considerable y perjudicial en pro de la salud humana y el entorno natural. (Mendoza, 2013). La utilización correcta es aquella para la cual fue ideada (Coila, 2022).

#### **2.2.4. Características de los Bifenilos Policlorados**

Los indicadores fisicoquímicos y microbiológicos, junto con sus criterios de aceptación o rechazo, proporcionan el marco para verificar la salubridad del agua. La identificación de ciertas sustancias químicas con potencial impacto negativo en la salud humana sirve para valorar la calidad fisicoquímica del agua. La valoración de la salubridad del agua implica un análisis exhaustivo de sus particularidades físicas, químicas y biológicas, considerando su influencia en el entorno natural, los peligros para la salud humana y acuática, así como las preocupaciones vinculadas a la calidad del agua (Soto, 2019).



Por sus grandes propiedades estas comenzaron la fabricación a gran escala desde 1929 en la empresa Monsanto (empresa multinacional estadounidense), y se emplearon de manera extensa durante el período comprendido entre los años 1930 y 1989 a nivel mundial.

- En 1929: Comienzo de la fabricación industrial con propósitos comerciales
- En 1970: La EPA (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos) inicia investigaciones sobre los bifenilos policlorados (PCB)
- En 1972: Se veta su fabricación en Japón.
- En 1974: Se impide su manufactura en China.
- En 1979: Se declara ilegal su producción en Estados Unidos.
- En 1980: Se impide su fabricación en Europa Occidental.
- En 1992: Se veda su producción en Rusia.

### **2.2.5. Tipos de equipos y desechos de PCB**

Los aparatos que se identifican como PCB, sin importar su estado de operatividad, desuso o desecho, son aquellos que han contenido o contienen fluidos dieléctricos en estado líquido con contenidos iguales o superiores a 50 ppm de bifenilos policlorados. equipamiento como transformadores eléctricos, capacitores eléctricos (frecuentemente agrupados en conjuntos denominados bancos de condensadores), conmutadores, reguladores, dispositivos de reconexión u otros dispositivos, así como cualquier otro material o componente que haya estado en contacto directo con estos en alguna actividad.



Entre los equipos más habituales en las instalaciones eléctricas e industriales que contienen bifenilos policlorados se encuentran aquellos diseñados y fabricados para utilizar fluidos dieléctricos con altas concentraciones de PCB, conocidos comúnmente como Askarel u otros nombres comerciales. Estos fluidos suelen tener concentraciones del 40% al 80% para transformadores y hasta el 100% en condensadores. (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2015).

### **2.2.6. Efecto de los PCB en la salud y el medio ambiente**

Los bifenilos policlorados se encuentran distribuidos en el ambiente de todo mundo, son muy persistentes y se acumulan en la cadena alimentaria.

En 1996, el Dr. Soren Jensen del Laboratorio de Suecia demostró que los bifenilos policlorados eran capaces de acumularse en los tejidos grasos.

Estudios realizados en animales determinaron que los bifenilos policlorados son oncogénicos, quiere decir que causan tumores. Experimentos en ratas gestantes revelaron un aumento en la muerte de las crías, aborto, peso corporal reducido y disminución de machos por camada. La Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC) lo situó en el Grupo 1 "carcinógeno para el ser humano". (Manejo y Disposición Ambientalmente Racional de Bifenilos Policlorados, 2017).

Los bifenilos policlorados son considerados xenobióticos, lo que indica que son sustancias químicas artificialmente creadas que consigan ser muy dañinas para la salud humana y el medio ambiente.

Los estudios han identificado los siguientes efectos principales:



- Los bifenilos policlorados pueden causar aridez y enrojecimiento en la piel, y en algunos casos pueden provocar cloro-acné, lo que resulta en lesiones cutáneas severas.
- Tanto la exposición repentina y prolongada a los bifenilos policlorados se relacionan con la aparición de jaqueca, insomnio, nerviosismo, irritabilidad, depresión y ansiedad.
- La acción de los bifenilos policlorados afecta la transcripción de genes particulares, induciendo cambios genéticos que impactan en los procesos y operaciones celulares.
- Los bifenilos policlorados interfieren en la síntesis y control de las hormonas esteroides y tiroideas ejerciendo como agonistas y antagonistas de los receptores hormonales.
- La función reproductiva se ve afectada por la presencia de bifenilos policlorados, los cuales alteran diversos aspectos de la sexualidad.
- La exposición prenatal a los bifenilos policlorados puede causar consecuencias neuroconductuales y generar impedimentos en el crecimiento de los neonatos y los pequeños en etapa escolar
- hipertrofia, alteraciones enzimáticas y trastornos tiroideos, lo que se traduce en enfermedades hepática
- Desórdenes sanguíneos, como la anemia.
- Daños en los ojos



## 2.2.7. Tipos de equipos y desechos de PCB

La inquietud a nivel mundial aumentó tras sucesos destacados relacionados con los bifenilos policlorados.

En 1968, en el oeste de Japón (Yusho), se produjo un trágico incidente en el que alrededor de 1800 individuos, principalmente residentes de las prefecturas de Fukuoka y Nagasaki, sufrieron una condición dermatológica atípica caracterizada por erupciones tipo acné, hiperpigmentación y hinchazón en los párpados. Todo esto fue a causa del empleo de aceite de arroz Kanemi contaminado con Kaneclor-400, siendo una mezcla de mercado de los bifenilos policlorados se empleó como agente de transferencia de calor en el proceso de desodorización y decoloración del aceite. Sin embargo, los calentamientos sucesivos ocasionaron una degradación parcial del compuesto los bifenilos policlorados en dioxinas, furanos y terfenilos y cuartifenilos policlorados.

En Taiwán 1978 y 1979, un aproximado de 2000 personas consumieron aceite de arroz contaminado con bifenilos policlorados, dioxinas y furanos, lo que desencadenó cloro acné, hiperpigmentación, neuropatía periférica y síntomas similares. Este incidente fue similar al ocurrido en Japón, donde un derrame de PCBs de una cañería contaminó el aceite de arroz, el cual se envasó y distribuyó. (Manejo y Eliminación Ambientalmente Racional de Bifenilos Policlorados, 2017).

En 1981, en Nueva York, se produjo un incidente en el edificio gubernamental de Binghamton, donde un panel eléctrico próximo a un transformador en el sótano se sobrecalentó, ocasionando el derrame de



aproximadamente 200 galones de fluido dieléctrico del transformador. Este fluido contenía 1060 galones de Aroclor 1254, compuesto por un 65% de bifenilos policlorados y un 35% de tricloro y tetracloro benceno. Un gran desastre ambiental ocurrió cuando el fluido dieléctrico se convirtió en dioxinas, furanos y otras sustancias nocivas mediante una técnica pirolítica. Los humos contaminaron todos los ambientes del edificio a través del sistema de ventilación. La torre de 18 pisos fue nuevamente habilitada después de 14 años, tras un exhaustivo proceso de limpieza y restauración, que implicó un costo estimado de 53 millones de dólares.

En Paraguay, en 2004, ocurrió una explosión simultánea en los reactores R\_3 y R\_4 de la empresa hidroeléctrica de la Administración Nacional de Electricidad (ANDE). Cada reactor contenía 300 litros de bifenilo policlorado. Como resultado de la explosión, el aceite expulsado alcanzó a 4 funcionarios y 3 trabajadores presentes en la sala de máquinas. Dos individuos consumieron aceite que les salpicó en el rostro, lo que tuvo graves repercusiones en su salud. La mayoría de los afectados desarrollaron problemas hepáticos y vieron acelerada la aparición de otras enfermedades. Isabelino Álvarez experimentó el mayor impacto y se volvió insulino dependiente. (Manejo y Eliminación Ambientalmente Sostenible de Bifenilos Policlorados, 2017).

Después de un periodo de descontaminación de 2 meses, la ANDE permitió el ingreso sin asegurarse de que los efectos tóxicos hubieran sido eliminados, los trabajadores volvieron a la sala de máquinas para continuar con sus tareas definitivamente, causando así el número de víctimas, ascendiendo a 17 personas más.



Nuevamente en Paraguay (Asunción), en el 2015, se desato un incendio de grandes proporciones en el terreno, Laurente San Lorenzo, donde se acumulaban más de 12.000 transformadores obsoletos, varios de ellos contenían bifenilos policlorados (80% de una muestra de 500 equipos contenían PCB). El Ministerio de Salud reporto alrededor de 133 posibles casos de envenenamiento, de un total de 4816 residentes del área, 180 bomberos que atendieron a la emergencia, 9 empleados de servicios médicos de emergencia y 31 periodistas que informaban sobre el incidente.

Entre 1947 y 1976, General Electric liberó cerca de 6 millones de kilogramos de bifenilos policlorados presentes en el río Hudson en kilogramos, resultando en daños severos en los depósitos, el líquido y la vida salvaje a lo largo de todo el hábitat del río Hudson hasta el puerto de Nueva York, abarcando aproximadamente 320 kilómetros. Este sitio es considerado el área contaminada más extensa en la lista de sitios contaminados bajo la legislación ambiental de los Estados Unidos

En el año 2006, como parte de un convenio legal, General Electric acordó a llevar a cabo la limpieza del río, lo que implica la remoción de sedimentos del lecho del río mediante dragado. Esta limpieza se dividió en dos etapas: la primera tuvo lugar de mayo a noviembre de 2009, mientras que la segunda fase ocurrió de 2011 a 2016, Controlado por la Agencia de Protección Ambiental. (Manejo y Eliminación Ambientalmente Racional de Bifenilos Policlorados, 2017).

**Figura 3**

*Detalles sobre la intoxicación por PCBs en Yusho*



Las representaciones visuales de la figura N°03 ilustran los efectos en el cuerpo humano ocasionados por la exposición a los bifenilos policlorados.

Una vez que los bifenilos policlorados penetran en nuestro organismo, se dispersan por los tejidos y se retienen en la piel y el tejido graso. Durante el embarazo, atraviesan la placenta y se distribuyen por los tejidos del feto, alcanzando niveles sanguíneos similares a los de la madre, y se acumulan además en la leche materna.

Los bifenilos policlorados afectan al ser humano principalmente por la ingesta de alimentos, especialmente los pescados de zonas contaminadas. El aire no representa una Nota significativa de contaminación, aunque para los más pequeños el contacto con suelos contaminados es relevante. Aquellos que trabajan con equipos que contienen aceites dieléctricos contaminados están más expuestos a la absorción de contaminantes a través de la piel.



Más del 90% de los bifenilos policlorados ingeridos atraviesan los intestinos y tienen una especial afinidad por el hígado, donde se acumulan y pueden provocar el desarrollo de tumores, tanto benignos como malignos.

Como se mencionó anteriormente, en el caso de Yusho se observaron irregularidades en los niños cuyas madres consumieron aceite de arroz contaminado con bifenilos policlorados durante el período de gestación. Estas irregularidades se manifestaron principalmente en la piel, mucosas y epidermis. Nuestro organismo actúa como un depósito de los productos químicos presentes en los alimentos y el entorno, lo que puede resultar en una variedad de enfermedades.

#### **2.2.8. Resolución 222 del 2011 del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo sostenible**

Considerando que los equipos y desechos contaminados con PCB tienen el potencial de dañar el medio ambiente y causar degradación ambiental, debido a su persistencia, toxicidad, capacidad de acumulación en los organismos vivos y efectos perjudiciales tanto a corto como a largo plazo en el entorno natural, es esencial una adecuada gestión y manejo de estos materiales.

En esta resolución se detallan los lineamientos esenciales para el manejo ambiental completo de equipos y desechos que contienen bifenilos policlorados.

La ley 1196 de 2008 respalda el Acuerdo de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes, con el objetivo de mitigar los riesgos vinculados con la utilización, conservación, manipulación, transporte, tratamiento y disposición de aceites, desechos y suelos contaminados por bifenilos policlorados. La normativa en su Anexo A, apartados II, incisos a) y e), especifica

que el país debe suprimir el empleo de equipos con PCB antes de concluir el año 2025 y emprender acciones para garantizar una gestión ecológicamente responsable de los desperdicios y equipos afectados por PCB, lo más pronto posible, pero como máximo para el 2028. (Moreno, D., López, E. & Quinceno, J. 2016).

**Figura 4**

*Diagrama de Gestión Ambiental PCBs*



### 2.2.9. Normas Ambientales

Actualmente, se dispone de tratados y regulaciones destinados particularmente a combatir los daños derivados de los bifenilos policlorados (PCB) y otras sustancias tóxicas a escala internacional, con el fin de reducir los daños derivados de su presencia.



El primer pronunciamiento a nivel global frente a estas acciones se encuentra en la " Resolución de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano de 1972, realizada en Estocolmo, Suecia, que involucra la gestión adecuada de los desechos nocivos y establece directrices para la salvaguarda y el progreso del entorno ambiental humano (Astudillo, M. 2014).

Los principales acuerdos globales que abordan la gestión de desechos nocivos son el Convenio de Basilea y el Convenio de Estocolmo.

### **2.2.10. Convenio de Basilia**

A partir de finales de los años 80, se dio inicio al proyecto Basilea, auspiciado por las PNUMA, el cual fue adoptado en 1989 y comenzó a aplicarse en 1992.

Este acuerdo controla los traslados internacionales y la disposición de residuos peligrosos. Surgió como respuesta a los problemas ocasionados por los buques Katrin y Pelicano, que intentaban deshacerse de sus cargamentos tóxicos recorriendo puertos debido a las rigurosas y costosas regulaciones ambientales en los países de origen de dichos desechos. Estos residuos eran comúnmente enviados a África, Europa del Este y otras áreas, donde eran depositados sin ningún tipo de control apropiado, lo que causaba graves contaminaciones en el agua, aire y suelo, con las consiguientes afectaciones a la salud, llegando incluso a provocar muertes. (Astudillo, M. 2014).

En el Perú, la actividad industrial actualmente no alcanza los niveles adecuados en términos de protección ambiental. Por medio de este tratado se simplifica la supervisión del comercio de desechos peligrosos o tóxicos terminales, y se avanza gradualmente hacia la eliminación de los desechos



tóxicos o peligrosos susceptibles de ser reciclados. En esta perspectiva, países como el Perú, donde es difícil controlar estas importaciones, podrían ver simplificada su actividad.

## **2.2.11. Convenio de Basilia**

Se trata de un convenio global que busca salvaguardar el bienestar humano y el medio ambiente ante los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs), estableciendo medidas para eliminar y controlar las emisiones y liberaciones de estos contaminantes. Rubricado el 22 de mayo de 2001, este tratado empezó a ser efectivo el 17 de mayo de 2004, con la participación inicial de 115 países, incluidas naciones desarrolladas, con la excepción de Estados Unidos de América. En América Latina, varios países han ratificado el acuerdo, entre ellos Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela.. (Astudillo, M. 2014).

La firma del Convenio de Estocolmo por parte del gobierno peruano tuvo lugar en el año 2001, y su ratificación se llevó a cabo en 2005 mediante el decreto supremo 067-2005-RE. En cumplimiento del artículo 7 de dicho convenio, el país desarrolló su primer plan, el cual fue presentado y divulgado en diciembre de 2007. Este plan tenía como objetivo implementar un conjunto de iniciativas dirigidas a reducir o suprimir las emisiones resultantes de las tareas asociadas a los contaminantes orgánicos persistentes.



### 2.3. Marco conceptual

#### Propiedades Químicas:

Los bifenilos policlorados (PCB) son altamente estables químicamente y resistentes a diversas reacciones químicas. La toxicidad de los PCB varía según el volumen y disposición de los átomos de cloro en sus estructuras. Los PCB coplanares exhiben una toxicidad equiparable a la de las dibenzodioxinas policloradas y los dibenzofuranos policlorados, lo que los hace ambiental y analíticamente importantes.

#### Propiedades Físicas:

Los congéneres de bifenilo policlorados son compuestos incoloros, inodoros e insípidos que pueden existir como líquidos grasos o sólidos cerosos. Son altamente solubles en solventes orgánicos, aceites y grasas, pero tienen baja solubilidad en agua. Estos compuestos son retardantes de llama, presentan escasa conductividad eléctrica y presentan resistencia tanto a la degradación térmica como a diversos productos químicos.

#### Bioacumulación:

La bioacumulación se refiere al proceso en el cual los seres vivos acumulan compuestos químicos en cantidades mayores que las presentes en su entorno o en los alimentos que consumen. Este proceso puede derivar tanto de Notas abióticas como bióticas. Desde 1966,, el Dr. Søren Jensen de Suecia demostró que los PCB podían bioacumularse en el tejido adiposo. Un estudio llevado a cabo hacia la mitad de los años 1970 mostró que se encontraron PCB en peces en el lago Michigan y los Grandes Lagos de los Estados Unidos. La



exposición humana a esta sustancia se produce principalmente mediante la ingestión de alimentos contaminados, la aspiración y el contacto con la piel.

Los bifenilos policlorados se depositan en el tejido graso de seres humanos y animales, ocasionando efectos adversos. Está presente en el aire, el agua y el suelo y se introduce durante la fabricación, uso, derrames, transporte y combustión de productos que contienen este contaminante.

### **Transformadores:**

Un transformador eléctrico es un dispositivo eléctrico estático capaz de transformar la energía eléctrica transmitida mediante un campo electromagnético. Consta de dos o más devanados de material conductor enrollados alrededor de un núcleo encapsulado de material ferromagnético, separados eléctricamente entre sí. La única unión entre los devanados es el flujo magnético compartido dentro del núcleo. El núcleo suele estar hecho de láminas de hierro o acero magnético, una composición apropiada que optimiza el flujo magnético. Las bobinas reciben el nombre de primarias o secundarias conforme se apliquen a la entrada o a la salida de un determinado sistema. La función principal del transformador es regular el voltaje suministrado a la red de distribución de energía, estos dispositivos pueden ser pequeños para colocarse en postes o grandes para suministrar energía a toda la subestación.

### **Tipos de transformadores**

#### **Transformadores Monofásicos:**

Se componen de un núcleo de láminas de hierro y dos devanados (primario y secundario). Si los devanados principal y secundario se encuentran en las partes externas del núcleo, conocido como transformador monofásico de



núcleo exterior, y si los dos devanados están colocados en la rama central del núcleo, se clasifica como transformador monofásico tipo acorazado.

### **Transformadores Trifásicos:**

Consta de tres devanados o bobinas, uno para la entrada del transformador y otros para la salida. Todas estas bobinas están dispuestas en un único núcleo o banco de láminas magnéticas, pero en tres columnas separadas.

### **Clasificación por la aplicación de los PCB**

Las aplicaciones de los bifenilos policlorados se han categorizado según su existencia en sistemas cerrados, semicerrados, ligeramente cerrados, abiertos y semiabiertos, dependiendo de su capacidad para liberarse al entorno.

### **Sistemas Cerrados:**

En una aplicación o uso hermético de los PCB, estos se conservan plenamente encapsulados en el equipo y nunca deben situarse al alcance del usuario o al entorno. No obstante, pueden producirse emisiones de esta sustancia durante el mantenimiento o la reparación.

- Fluidos eléctricos
- Transformadores
- Condensadores
- Hornos microondas
- Motores eléctricos
- Acondicionadores de aire

### **Sistemas Abiertos:**

Las aplicaciones de tipo abierto implican la exposición directa de los bifenilos policlorados al entorno, lo que facilita su liberación al medio ambiente. Por consiguiente, estas aplicaciones suscitan una mayor preocupación en



comparación con las aplicaciones cerradas. Los plastificantes constituyen el grupo más frecuente de aplicaciones en uso y se emplean en PVC (policloruro de vinilo), neopreno y otros tipos de caucho clorado. Asimismo, se utilizan como retardantes de llama en pinturas, recubrimientos superficiales y plastificantes en adhesivos.

- Lubricantes
- Pinturas
- Retardantes de fuego
- Asfalto
- Tuberías de gas natural
- Tintas de impresoras

### **Bifenilos Policlorados en animales:**

Los bifenilos policlorados (PCB) son una sustancia tóxica que se acumula en pequeños organismos y peces los PCB presentes en el agua se acumulan en varios organismos a lo largo de la red trófica. Esta acumulación en peces y mamíferos acuáticos puede resultar en niveles considerables de toxicidad por encima de los niveles hallados en el agua.

### **Bifenilos Policlorados en suelo:**

Los bifenilos policlorados (PCB) son una sustancia tóxica que se puede encontrar en depósitos, vertederos y zonas donde se han producido derrames o accidentes. Una vez liberados al medio ambiente, los PCB son absorbidos por el suelo y los sedimentos y pueden persistir durante meses o años. La lixiviación



de los PCB en el suelo es lenta y su absorción por las plantas es insignificante. Los niveles de PCB en el suelo son mucho más altos que los del agua.

### **Bifenilos Policlorados en agua:**

Los PCB son altamente lipofílicos y tienden a ser absorbidos por los sedimentos en ambientes acuáticos, evitando la contaminación de los recursos hídricos. Sin embargo, su resistencia a la biodegradación hace que se concentren a lo largo de la cadena alimentaria, lo que lleva a la bioacumulación y bio concentración en organismos acuáticos. Esto puede dar lugar a niveles de PCB en estos organismos que son un millón de veces superiores a los del medio ambiente.

### **Bifenilos Policlorados en aire:**

Los bifenilos policlorados (PCB) pueden ser desplazados por las corrientes atmosféricas a zonas alejadas de donde fueron liberados. La EPA encontró PCB en el aire de ciudades cercanas a los Grandes Lagos, donde los vertidos industriales contaminaron el agua con esta sustancia tóxica hace más de 50 años. Los PCB en el aire pueden prevenir la evaporación de moléculas en el medio acuoso y son una ruta importante de exposición y enfermedad. Los PCB fueron prohibidos en la década de 1970, pero su presencia en el aire sigue siendo motivo de preocupación.

### **Determinación de existencia de los PCB:**

Generalmente, las características de los equipos dieléctricos se encuentran detalladas en la placa de identificación. Es esencial revisar este elemento para obtener la siguiente información clave:

- Fabricante
- Fecha de fabricación
- País de origen
- Capacidad (KVA)
- Peso
- Tipo de aceite o fluido aislante
- Volumen del dieléctrico

Estos detalles nos ayudarán a determinar si el equipo contiene bifenilos policlorados o no. Según las regulaciones, desde la década de 1975, los dispositivos que contienen bifenilos policlorados deben estar marcados con tinta indeleble en un fondo amarillo. Sin embargo, los dispositivos anteriores a 1975 pueden carecer de esta etiqueta de identificación. En ausencia de una indicación clara de bifenilos policlorados, se pueden identificar por su color incoloro o amarillento, su característico olor y su densidad.

### Figura 5

*Placas donde indican el nombre del aceite dieléctrico con presencia de PCB*





Al revisar las placas de identificación de transformadores o capacitores, se puede confirmar el tipo de líquido utilizado. Los que comienzan con la letra L o la letra C señalan la presencia de PCBs.

CNAN / Clophen–natural–aire–natural

LNAN / Askarel–natural–aire–natural

CNAF / Clophen–natural–aire–forzado

LNAF / Askarel–natural– aire–forzado

CFAF / Clophen–forzado– aire–forzado

LF AF / Askarel–forzado– aire–forzado

Además de otras señales como:

- No combustible
- Contiene bifenilos policlorados (PCBs)
- El nombre del fluido dieléctrico

### **Muestreo:**

Al iniciar el proceso de muestreo, es esencial fijar pautas estándar.

Esto implica tener en cuenta aspectos clave como la cantidad de muestra necesaria, la periodicidad de la captación de muestras, la duración estimada del proyecto para la toma de muestras y una descripción detallada de los métodos utilizados en el proceso de muestreo.

- Es fundamental elegir los lugares y momentos adecuados para la toma de muestras.



- Se debe registrar el titular de la responsabilidad de la toma de muestras, así como las condiciones presentes durante el proceso.
- Es necesario proporcionar un análisis minucioso de las propiedades de la muestra, incluyendo un etiquetado adecuado.
- Se debe garantizar la conservación de la muestra durante su traslado y guardado previo al análisis.
- Se requiere una estrecha colaboración entre el individuo encargado de tomar las muestras y el laboratorio de análisis.
- El personal responsable de la recolección de muestras debe contar con la capacitación adecuada

### **Toma de muestras para determinar PCB en aceites dieléctricos:**

Las muestras deben ser guardadas en envases de vidrio limpios y sin contaminantes. Es fundamental emplear recipientes de acopio durante la toma de muestras para prevenir la contaminación del entorno de trabajo.

Los desperdicios resultantes de las muestras deben ser consideradas como sólidos contaminados con PCB y deben ser depositados en contenedores designados para su tratamiento posterior

### **Precauciones a tomar en cuenta para evitar contaminación de la muestra a tomar:**

- Prevenir la entrada de suciedad o grasa.
- Usar recipientes limpios de vidrio ámbar, preferiblemente suministrados por un laboratorio.



- Transportar la muestra al laboratorio de manera inmediata.
- Eliminar adecuadamente cualquier exceso de aceite.
- Es crucial considerar todas las muestras de aceite como potencialmente contaminadas con PCB hasta que se obtengan los resultados concluyentes del laboratorio.

### **Métodos de análisis rápidos de detección de bifenilos policlorados:**

Existen métodos de prueba rápidos para identificar los bifenilos policlorados encontrados en las muestras de aceites dieléctricos, como:

- CLOR- N-OIL 50 KITS
- L2000 PCB / medición de cloro
- DR / 2010 Espectrofotómetro portátil
- DR / 800 Colorímetros
- DR / 4000 UV – VIS Espectrofotómetro

Con este tipo de análisis, es factible verificar la existencia de cloro en la muestra, lo cual podría indicar la contaminación con bifenilos policlorados.

### **CLOR- N-OIL 50 KITS:**

Este sistema de detección de PCB ha sido bosquejado para su aplicación en el campo, ofreciendo una solución rápida y sencilla que garantiza la seguridad y la eficacia en la identificación de la detección de bifenilos policlorados en los aceites dieléctricos utilizados en transformadores. Cada juego de pruebas engloba todos los elementos indispensables para realizar el análisis en un lapso inferior a 10 minutos. Todos los productos químicos están en ampollas con los



volúmenes exactos requeridas para lograr resultados precisos al instante, con concentraciones predefinidas de 20, 50 y 500 partes por millón (ppm). Este método, que sigue un enfoque conservador, garantiza una tasa de falsos negativos inferior al 1%. La aparición de un color púrpura en la sustancia indicadora confirma que el líquido analizado contiene una concentración menor de PCB en comparación con el nivel seleccionado en el kit.

### **L2000 PCB / ANALIZADOR DE CLORO:**

El analizador L2000DXT para cloruro / PCB constituye una solución versátil y de fácil manejo para llevar a cabo análisis inmediatos de cloruros y otras moléculas cloradas orgánicas en muestras de limpieza de superficies, agua, suelo y lubricante de transformadores

El analizador L2000DXT ofrece resultados instantáneos, lo que agiliza la toma de decisiones. Su funcionamiento se basa en la medición del cloro orgánico total en una muestra y su correlación con una medida proporcional del analito buscado o deseado. Los productos químicos se suministran en lotes de 20 muestras para suelos, agua y paños de superficie y de 40 ensayos para aceites de transformadores. Los hallazgos, que abarcan un rango de 3 ppm a 2000 ppm, se exhiben en la pantalla táctil LCD de 7" y se almacenan internamente en la memoria USB incorporada.

### **DR / 2010 ESPECTROFOTÓMETRO PORTÁTIL:**

El espectrofotómetro portátil DR 1900 es ideal para aplicaciones en el campo debido a su diseño ligero y compacto. Ofrece la capacidad de realizar un mayor número de pruebas que cualquier otro instrumento portátil disponible. Detrás de su robusta carcasa, el DR1900 cuenta con una amplia selección de



más de 220 métodos de análisis preprogramados, los más utilizados en la industria. Además, proporciona la flexibilidad de crear métodos personalizados a través de una interfaz de usuario intuitiva. También ofrece versatilidad en el uso de diferentes tamaños de celdas de muestra, siendo compatible con una amplia gama de opciones en comparación con otros espectrofotómetros disponibles.

### **DR / 800 COLORÍMETROS:**

Los colorímetros DR 800 son dispositivos diseñados para ser utilizados en el campo. Destacan por su facilidad de uso, tecnología avanzada y construcción resistente. Los tres modelos disponibles están preconfigurados para analizar 20, 50 o 90 parámetros del agua, lo que simplifica la selección del instrumento adecuado. Son aptos para su uso en cualquier entorno. La robusta carcasa de los modelos DR 800, con clasificación IP67, garantiza resultados de análisis fiables incluso en condiciones adversas. La interfaz gráfica presenta los resultados en forma de concentraciones, mientras que las capacidades de almacenamiento y envío de datos permiten documentar los resultados de manera confiable.

### **DR / 4000 UV – VIS ESPECTROFOTÓMETRO:**

El espectrofotómetro UV-Vis DR 4000 de Hach es un aparato preciso, accesible y fácil de manejar. Es adecuado tanto para evaluaciones comunes para estudios rigurosos en diversas aplicaciones, como purificación de agua, procedimientos industriales, recubrimiento de superficies, elaboración de comestibles y bebidas, elaboración farmacéutica y síntesis química. Los elementos de muestra innovadores del DR 4000 se insertan y se adecúan a



diferentes aditamentos, como módulos de ensayo manuales, portadores de muestras con múltiples espacios, celdas de vertido, un sistema de succión y un regulador de temperatura.

## **PRUEBAS ANALÍTICAS DE LABORATORIO:**

Estos estudios de laboratorio ofrecen la capacidad de determinar las concentraciones específicas de bifenilos policlorados, lo que confirma de manera concluyente la existencia de estas sustancias nocivas. La realización de estas pruebas requiere el uso de dispositivos y elementos de análisis particulares, y es esencial que sean llevadas a cabo por individuos capacitados en su aplicación. Algunas pruebas solo proporcionan la cantidad total de bifenilos policlorados, mientras que otras facilitan la detección de diversas variantes:

- Cromatografía en capa fina (TLC)
- Cromatografía gaseosa (GC)
- Cromatografía de Gas-líquido con captura de electrones
- Cromatografía de Gases de Columna Empacada con captura de electrones
- Cromatografía de Gases / Detector de conductividad electroquímica
- Cromatografía de Gases / Espectrofotometría de masas
- Extracción Térmica / Cromatografía de Gases / Espectrofotometría de masas (TE / GC / MS).



## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Enfoque de la investigación

Actualmente, como investigador, estoy llevando a cabo un estudio cuantitativo sobre los datos obtenidos del análisis cualitativo para detectar PCB, seguidos por el proceso de revisión y análisis de los resultados que indican la presencia de Bifenilos Policlorados (PCB). Este proyecto implica la recolección de datos y análisis con la prueba analítica cromatográfico de gases.

#### 3.2. Método aplicado en la investigación

El método que se utilizó para analizar la existencia de PCB en el aceite de los transformadores será la cromatografía de gases, diseñada para su uso en laboratorios. El análisis cromatográfico puede detectar con precisión, seguridad y eficiencia la detección de PCB en los aceites dieléctricos empleados en los transformadores. Este proceso es aplicable para identificar la existencia de PCB en superficies sólidas



### 3.3. Tipo de investigación

La investigación se realizó tomando en cuenta los resultados obtenidos del análisis cualitativo para reconocer la existencia de PCB, seguido por el examen e interpretación de los resultados que mostraban la existencia de Bifenilos Policlorados (PCB) en las muestras de aceite tomadas de 1021 transformadores pertenecientes a la empresa (ENSA). A partir de las muestras que arrojaron resultados positivos en el análisis cualitativo para PCB, se formularon estrategias de gestión ambiental y salud laboral, que comprendieron la creación de manuales internos y la elaboración de planes de cumplimiento forzoso, con el fin de promover el bienestar de los empleados y la preservación del entorno.

### 3.4. Diseño de investigación

Con el fin de consumir los objetivos establecidos en nuestra investigación, empleamos métodos de investigación cualitativos, campos y bibliografía.

Para realizar este trabajo, se utilizó un enfoque de personal capacitado directo para recolectar muestras de aceite del transformador.

### 3.5. Diseño de estadístico

#### Prueba de Kruskal-Wallis

El análisis de Kruskal-Wallis es una técnica no paramétrica que se usa para contrastar las medianas de tres o más conjuntos de datos independientes. Esta prueba fue desarrollada por William Henry Kruskal y W. Allen Wallis en 1952.



Según Navarro, G. (2014) en su libro "Estadística no paramétrica":

La prueba de Kruskal-Wallis se presenta como una opción no paramétrica en lugar del ANOVA para varios grupos independientes. Esta prueba se basa en el rango de las observaciones y no en las observaciones mismas. Se presenta como una extensión de la prueba de la mediana aplicada a dos muestras independientes al caso de k muestras independientes (p. 143).

Por otro lado, Martínez, R. (2010) en su libro "Bioestadística amigable" señala:

"La prueba de Kruskal-Wallis se emplea para cotejar tres o más muestras independientes de datos ordinales o continuos que no cumplen los supuestos paramétricos, como la normalidad y la homocedasticidad. Es el equivalente no paramétrico del análisis de varianza de una vía" (p. 457)

### **3.6. Población y muestra**

Durante esta fase de la investigación, conocida como identificación de Notas, se busca determinar todas las potenciales Notas de presencia de bifenilos policlorados.

#### **3.6.1. Población**

La población objeto de estudio fue analizada en diversas ubicaciones dentro de la Región de Lambayeque, tales como:

**Tabla 3***Distribución de transformadores de ENSA*

| Distrito                  | Región | N° Transformadores por distrito |
|---------------------------|--------|---------------------------------|
| Pomalca                   | Costa  | 119                             |
| Tumán                     | Costa  | 175                             |
| Cayaltí                   | Costa  | 98                              |
| Carhuaquero               | Sierra | 196                             |
| Illimo                    | Costa  | 113                             |
| Niepos                    | Sierra | 37                              |
| Chota                     | Sierra | 17                              |
| Bambamarca<br>- hualgayoc | Sierra | 214                             |
| Bambamarca                | Sierra | 13                              |
| Chiclayo                  | Costa  | 39                              |
| <b>Total</b>              |        | <b>1021</b>                     |

### 3.6.2. Muestra

La elección de las muestras se efectuó en diversos puntos de la Región de Lambayeque, gestionados por la empresa de servicios eléctricos ENSA, incluyendo un total de 1021 transformadores.

## 3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de información

### 3.7.1. Técnicas de la investigación

El inventario y la ubicación del transformador comienzan con la ubicación y el muestreo del aceite.

Las regulaciones técnicas peruanas rigen el manejo del petróleo. La Ley General de Residuos Sólidos - Ley N° 27314 es aplicable a todas las labores



vinculadas con la dirección, procesamiento y operaciones de desechos sólidos en los sectores económicos, sociales y demográficos, desde su creación hasta su desecho definitivo, considerando las diferentes Notas de generación de estos residuos.

En cuanto a la recolección de datos, contamos con el apoyo de operadores capacitados para recolectar muestras de transformadores en operación, con base en las muestras poblacionales ya mencionadas.

### **3.7.2. Instrumentos de la investigación**

En nuestra investigación sobre el descarte de PCB, hemos utilizado fichas de recopilación de datos como uno de nuestros instrumentos de investigación clave.

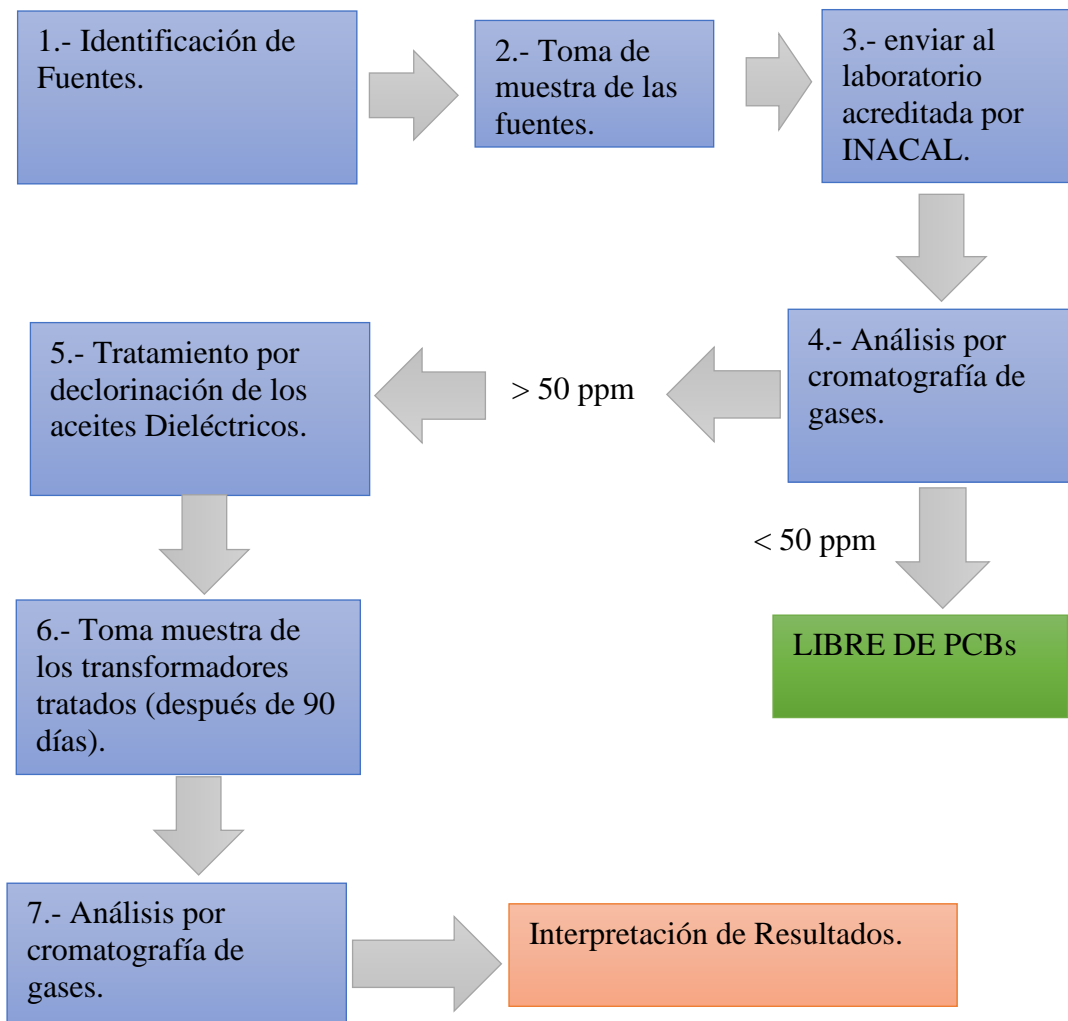
Como se realizan ensayos los instrumentos vienen a ser los equipos, herramienta y/o instrumentos de laboratorio ACREDITADA POR INACAL que permiten la realización de estas pruebas de Análisis cromatográficas de gases

### **3.7.3. Plan de recolección y procedimiento de datos**

Siguiendo el esquema flujograma, procederemos detalladamente para realizar el análisis exacto de la cantidad de bifenilos policlorados presentes en los transformadores

**Figura 6**

*Flujograma del desarrollo de investigación*



## ANÁLISIS DE DESCARTE DE BIFENILOS POLICLORADO EN TRANSFORMADORES.

### 1 - IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA

Se llevó a cabo la identificación de los 1021 transformadores que potencialmente podrían ser la causa de los PCB.



## 2 - TOMA DE MUESTRA DEL ACEITE DIELECTRICO

Con la localización de los transformadores identificada, procedemos a extraer el aceite dieléctrico, potencialmente contaminado, teniendo en consideración los siguientes puntos:

**Tabla 4**

*Equipos e implementos de protección, para el uso del personal técnico*

| Ítem | Descripción                             |
|------|---|
| 1    | Zapato dieléctrico                      |
| 2    | Guantes aisladores                      |
| 3    | Indumentaria laboral                    |
| 4    | Casco de seguridad                      |
| 5    | Guante de nitrilo                       |
| 6    | Guante de trabajo                       |
| 7    | Gafas protectoras                       |
| 8    | Correa de Seguridad                     |
| 9    | Arnés y línea de vida                   |
| 10   | Escalera                                |
| 11   | Revelador de tensión                    |
| 12   | Set de herramientas aisladas            |
| 13   | Equipo de conexión a tierra provisional |
| 14   | Elementos de señalización visual        |
| 15   | Kit de primeros auxilios                |

### **Charla de 5 minutos y revisión de implementos de seguridad**

Previo al inicio de las tareas de extracción, se efectúa una charla de seguridad de cinco minutos y se revisan los implementos de protección personal del equipo técnico.

### Figura 7

*Charla de 5 minutos con el personal*



### Señalización del perímetro de la subestación a intervenir:

Marcar el espacio de trabajo con el propósito de evitar cualquier eventualidad o percance, aplicando la quinta regla de oro.

### Figura 8

*Señalización del sitio de trabajo*





## Materiales para la toma de Muestra

Accesorios de acoplamiento para válvulas del transformador.

- Componentes de unión para las válvulas del transformador.
  - Envase de vidrio de tono ámbar para la extracción de muestras
  - Bandeja de acero para recolección de vertidos.
  - Elementos de advertencia para aislar el área de trabajo.
  - Bolsa oscura de plástico para desechos
  - Herramientas para la operación de válvulas del transformador.
  - Jeringa plástica
  - Llave Inglesa e Francesa.
  - Contenedor sellado para almacenar y llevar las muestras•
- Solvente para limpieza de válvulas.
- Papel especializado para la absorción de pequeños derrames.
  - Cinta teflón.

Por siguiente pasamos a identificación y verificación de la válvula del transformador, acomodar la escácala telescópica en un sitio seguro para la manipulación de la válvula así tener una mejor condición para la toma de muestra.

Posicionar un contenedor o bandeja bajo el dispositivo de drenaje para evitar la contaminación del suelo en situaciones de escape hasta alcanzar una cantidad de 50 ml y luego etiquetar los frascos con los datos precisos del

transformador, incluyendo su ubicación. Una vez completada la recolección de muestras, garantizar la limpieza del entorno y comprobar el preciso cierre de las válvulas de los transformadores.

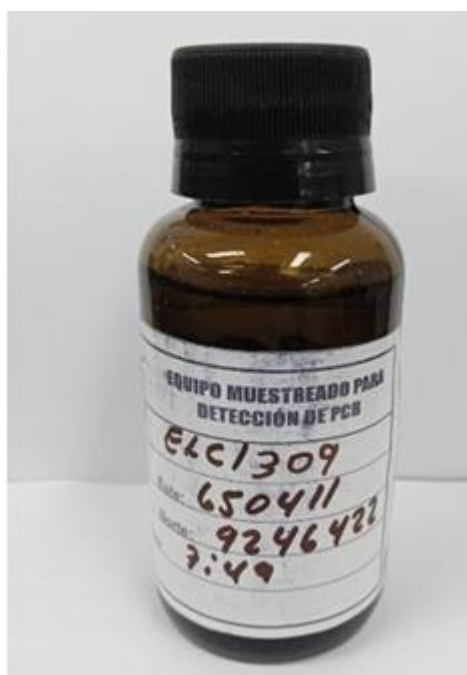
### Manejo de muestra y cadena de custodia

Luego de la extracción de aceite, las muestras se sellan herméticamente tomando las siguientes consideraciones:

- Etiquetado de frascos con la información de la muestra (código, lugar, fecha, hora y responsable).
- Para el traslado de las muestras se emplearon recipientes sólidos y se protegieron adecuadamente para prevenir cualquier daño o escape del líquido.

### Figura 9

*Muestra de Aceite de un transformador*



## **Análisis por cromatografía de gases:**

Mediante la aplicación de la cromatografía, un método para aislar los componentes de una mezcla, es posible identificar cualquier compuesto que presente cloro en su estructura, como el contaminante bifenilos policlorados, El examen de las muestras se ejecutó mediante un detector de captura de electrones o un espectrómetro de masas. Dichas muestras fueron enviadas al laboratorio SGS, que cuenta con la acreditación INACAL-DA con el número de registro LE-002.

## **Rotulado de transformadores:**

### **Figura 10**

*Transformador extraído la muestra*



Tras obtener los resultados, distinguimos los transformadores con una concentración que excede los 50 ppm (contaminados), marcándolos con etiquetas de color rojo, y los transformadores que presentaban niveles inferiores a 50 ppm, lo que las clasifica como no contaminadas identificándolos con etiquetas verdes.



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. Presentación de resultados

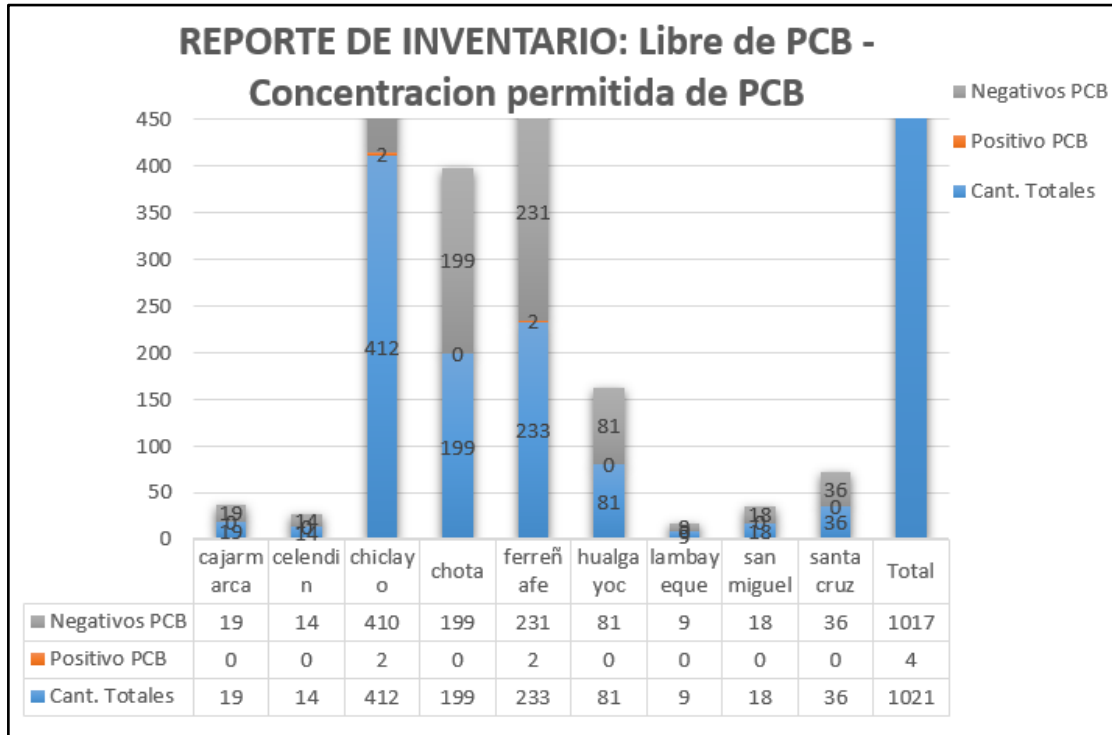
El análisis realizado en cada etapa del estudio proporcionó un resultado imparcial que sirvió de base para efectuar el análisis, interpretación y, en su caso, la discusión correspondiente.

#### 4.2 Resultados y Discusión del análisis cromatografico.

El parámetro evaluado es el contenido de PCB de las muestras de aceite dieléctrico realizado por el laboratorio SGS DEL PERÚ para su respectivo análisis de cromatografía, (Método ASTM D4059), seguidamente, se evidenciaron los resultados del análisis de las 1021 muestras analizadas en ENSA, donde se tiene 1017 muestras libres de PCB y 4 muestras dentro del margen de 50 ppm.

**Figura 11**

*REPORTE DE INVENTARIO: Libre de PCB - Concentración permitida de PCB*

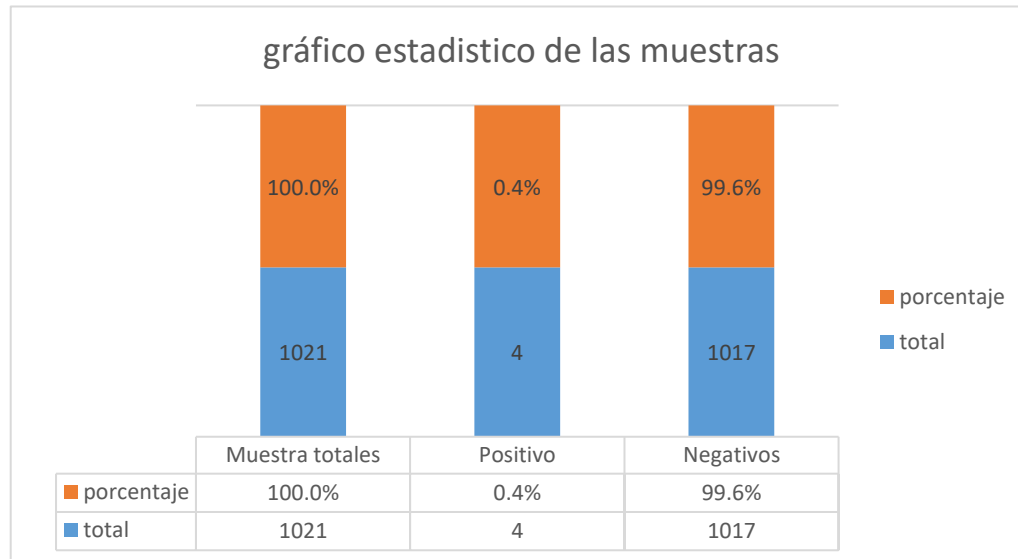


**Nota: ENSA**

Durante esta actividad hubo capacitaciones continuas personal técnico, se logró realizar la actividad siguiendo las mejores prácticas ambientales, de seguridad e higiene ocupacional, sin registrar ningún accidente ni incidente.

**Figura 12**

*Resumen del total de muestras en proceso de descarte*





**Tabla 5**

*Relación de transformadores con resultado > 50ppm*

| item | Fecha de ensayo | Codigo de sub estacion | Provincia | Tiene descarte de PCB? | Resultado de descarte de PCB | Laboratorio que iso el analisis | AROCLOR 1242 mg/kg | AROCLOR 1254 mg/kg | AROCLOR 1260 mg/kg | Sumatoria de Arocloros mg/kg | CODIGO DE MUESTRA | REPORTE LABORATORIO |
|------|-----------------|------------------------|-----------|------------------------|------------------------------|---------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------------------|-------------------|---------------------|
| 192  | 17/03/2023      | EN3112                 | Ferreñafe | SI                     | Negativo (-)                 | SGS DEL PERU                    | 5 ppm              | 4 ppm              | 3 ppm              | 13 ppm                       | ELN/ELC/192       | AT2300910           |
| 193  | 17/03/2023      | EN3111                 | Ferreñafe | SI                     | Negativo (-)                 | SGS DEL PERU                    | 3 ppm              | 2 ppm              | 2 ppm              | 7 ppm                        | ELN/ELC/193       | AT2300911           |
| 266  | 20/03/2023      | EN1210                 | Chiclayo  | SI                     | Negativo (-)                 | SGS DEL PERU                    | 3 ppm              | 3 ppm              | 2 ppm              | 8 ppm                        | ELN/ELC/266       | AT2300983           |
| 457  | 31/03/2023      | EN6508                 | Chiclayo  | SI                     | Negativo (-)                 | SGS DEL PERU                    | 4 ppm              | 14 ppm             | 8 ppm              | 26 ppm                       | ELN/ELC/457       | AT2301524           |

**Nota: ENSA**

Se detallan los resultados de las muestras examinadas > 50ppm en la tabla 5, el parámetro evaluado es el contenido de PCB de las muestras de aceite dieléctrico realizado por el laboratorio SGS DEL PERÚ para su respectivo análisis de cromatografía, (Método ASTM D4059).



**Tabla 6**

*Resumen del conjunto total de muestras en proceso de descarte*

| <b>Servicio Eléctrico</b> | <b>Cant. Total</b> | <b>Muestra</b> | <b>Positivo</b> | <b>Negativos</b> |
|---------------------------|--------------------|----------------|-----------------|------------------|
| santa cruz                | 36                 | 36             | 0               | 36               |
| san miguel                | 18                 | 18             | 0               | 18               |
| lambayeque                | 9                  | 9              | 0               | 9                |
| hualgayoc                 | 81                 | 81             | 0               | 81               |
| ferreñafe                 | 233                | 233            | 2               | 231              |
| chota                     | 199                | 199            | 0               | 199              |
| chiclayo                  | 412                | 412            | 2               | 410              |
| celendin                  | 14                 | 14             | 0               | 14               |
| cajamarca                 | 19                 | 19             | 0               | 19               |
| <b>Total</b>              | <b>1021</b>        | <b>1021</b>    | <b>4</b>        | <b>1017</b>      |

Se observa tabla 6, los Distritos de Santa Cruz, San miguel, Lambayeque, Ferreñafe, Chota, Chiclayo, Celendín, Cajamarca, los transformadores extraídos donde se encontraron con concentraciones >50 ppm.



**Tabla 7**

*Resultado del análisis por cromatografía de muestra con PCB*

| item | Código          |          | Provincia | Número   |            | Año de fabricación | País de origen | AROCLOR    | AROCLOR    | AROCLOR    | Sumatoria de Arocloros mg/kg | CODIGO DE MUESTRA | REPORTE LABORATORIO |
|------|-----------------|----------|-----------|----------|------------|--------------------|----------------|------------|------------|------------|------------------------------|-------------------|---------------------|
|      | de sub estación | Distrito |           | de serie | Fabricante |                    |                | 1242 mg/kg | 1254 mg/kg | 1260 mg/kg |                              |                   |                     |
| 192  | EN3112          | PITIPO   | Ferreñafe | 93010    | ITAIPU     | 2007               | BRASIL         | 5 ppm      | 4 ppm      | 3 ppm      | 12 ppm                       | ELN/ELC/192       | AT2300910           |
| 193  | EN3111          | PITIPO   | Ferreñafe | 93009    | ITAIPU     | 2007               | BRASIL         | 3 ppm      | 2 ppm      | 2 ppm      | 7 ppm                        | ELN/ELC/193       | AT2300911           |
| 266  | EN1210          | LAGUNAS  | Chiclayo  | 473045   | ITB        | 2007               | BRASIL         | 3 ppm      | 3 ppm      | 2 ppm      | 8 ppm                        | ELN/ELC/266       | AT2300983           |
| 457  | EN6508          | PATAPO   | Chiclayo  | 1001     | HP         | 2004               | PERU           | 4 ppm      | 14 ppm     | 8 ppm      | 26 ppm                       | ELN/ELC/457       | AT2301524           |

Se presenta los resultados de las muestras analizadas > 50ppm la tabla 7 se puede observar que en Pitipo (Ferreñafe), Lagunas (Chiclayo) las marca ITAIPU, ITB del año 2007 con un país de origen de Brasil se encontró con las concentraciones de 12 ppm, 7 ppm y 8 ppm, se encontró uno en Patapo (Chiclayo) con la marca HP del año 2004 con un país de origen de Perú con la concentración más alta de 26 ppm.

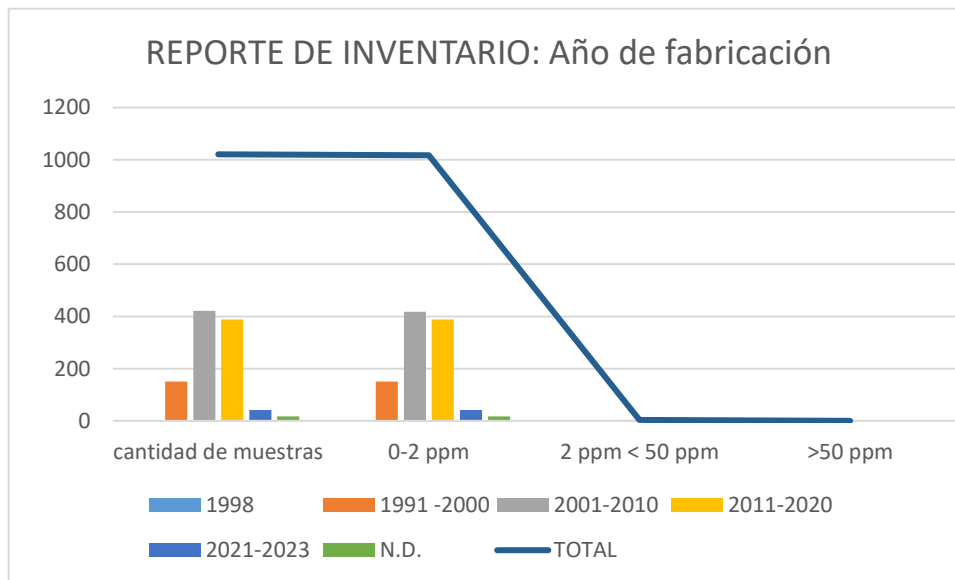
**Tabla 8**

*REPORTE DE INVENTARIO año de fabricación*

| año de fabricación | cantidad de muestras | libre de PCB | Concentración permitida de PCB | Concentración Maxima de PCB |
|--------------------|----------------------|--------------|--------------------------------|-----------------------------|
|                    |                      | 0-2 ppm      | 2 ppm < 50 ppm                 | >50 ppm                     |
| 1998               | 1                    | 1            |                                |                             |
| 1991 -2000         | 151                  | 151          |                                |                             |
| 2001-2010          | 422                  | 418          | 4                              |                             |
| 2011-2020          | 389                  | 389          |                                |                             |
| 2021-2023          | 41                   | 41           |                                |                             |
| N.D.               | 17                   | 17           |                                |                             |
| <b>TOTAL</b>       | <b>1021</b>          | <b>1017</b>  | <b>4</b>                       | <b>0</b>                    |

**Figura 13**

*Reporte de inventario: Año de fabricación*



Se evaluaron 1021 transformadores, tomando muestras de aceite dieléctricos de los equipos que fueron evaluadas por el método de cromatografía de gases sujeto a la norma de ASTM D4059, acreditada por INACAL



Del total de equipos examinados no se encontraron equipos contaminados por los bifenilos policlorados

El inventario fue realizado en los distritos de Chiclayo, Pomalca, Tumán, Cayaltí, Carhuaquero, Íllimo, Chota, Bambamarca, Hualgayoc, Santa Cruz, Niepos, La Florida, los transformadores encontrados del año 1988 fue de 0.10%, de 1991-2000 es un 14.79%, 2001-2010 es un 41.33%, 2011-2020 es un 38.10%, 2021-2023 es un 4.02% y un tanto de 1.67% no disponía de datos sobre la fecha de fabricación.

#### 4.3. Resultado de la Prueba de Hipótesis

- **Prueba de normalidad**

- **Planteamiento de la Hipótesis de Normalidad**

Ho: Los datos siguen una distribución normal

Ha: Los datos no siguen una distribución normal

- **Tamaño de la muestra para la Prueba de Normalidad**

- Kolmogorov-Smirnov si la muestra es  $n > 50$
- Shapiro Wik si la muestra es  $n < 50$

- **Estadístico de prueba**

Se trabajo con un nivel de confianza ( $\alpha$ ) de 5% = 0.05, donde:

- Si P-Valor  $> \alpha$ , se rechaza Ha y se acepta la Ho
- Si P-Valor  $\leq \alpha$ , se rechaza  $H_0$  y se acepta Ha



**Tabla 9**

*Pruebas de normalidad*

|                      | Shapiro-Wilk |    |       |
|----------------------|--------------|----|-------|
|                      | Estadístico  | gl | Sig.  |
| Contenido de PCB ppm | 0,633        | 16 | 0,000 |

En la prueba de normalidad se obtuvo el estadístico de la prueba de Shapiro-Wilk es 0.633 y los grados de libertad son 16. La columna "Sig." muestra el valor de significancia asociado a la prueba.

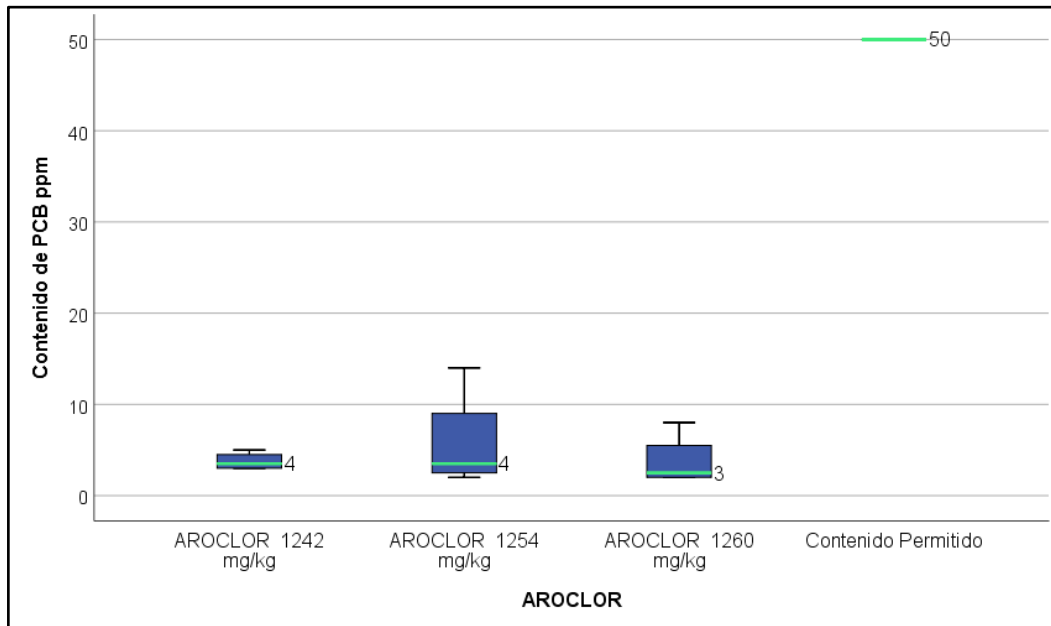
Como el valor p ( $p = 0.00$ ) es inferior al nivel de significancia  $\alpha$  ( $\alpha = 0.05$ ), se puede rechazar la  $H_0$  a favor de la  $H_1$ . Lo anterior indica que la distribución de los datos no presenta una normalidad, por consiguiente, se utilizó la prueba no paramétrica prueba **Kruskal-Wallis**

- **Planteamiento de las hipótesis**

- **Ha:** Los niveles de bifenilos policlorados en los aceites de transformadores de distribución eléctrica en la zona son igual o inferiores a 50 ppm.
- **Ho:** Los niveles de bifenilos policlorados en los aceites de transformadores de distribución eléctrica en la zona superan los 50 ppm.

**Figura 14**

*Niveles de Bifenilos Policlorados (PCB) por Tipo de AROCLOR*



El gráfico de cajas muestra cuatro cajas, cada una representando la distribución de los niveles de PCB para un tipo de AROCLOR (AROCLOR 1242, AROCLOR 1254, AROCLOR 1260 y Contenido Permitido).

Las cajas abarcan la mitad central de los datos, desde el primer cuartil (Q1) hasta el tercer cuartil (Q3). La línea horizontal en el interior de la caja representa la mediana de los datos.

Los bigotes, representados por líneas verticales que sobresalen de las cajas, abarcan desde los cuartiles hasta los extremos inferior y superior del conjunto de datos.

**Tabla 10**

*Estadísticos de prueba: Prueba de Kruskal Wallis*

|                     | Contenido de PCB ppm |
|---------------------|----------------------|
| H de Kruskal-Wallis | 9,326                |
| gl                  | 3                    |
| P-Valor             | 0,025                |



Según los hallazgos derivados del análisis de Kruskal-Wallis, se puede deducir que hay suficiente evidencia para sostener que los niveles de compuestos de bifenilos policlorados en los aceites de transformadores de distribución eléctrica en la localidad son igual o inferiores a 50 ppm. Esto se debe a que el valor del estadístico de prueba (H de Kruskal-Wallis) fue de 9.326, con un p-valor de 0.025, lo cual es menor que el nivel de significancia ( $\alpha$ ), es inferior a 0.05. En función de los resultados conseguidos, la  $H_0$  se rechaza. que planteaba que los niveles de bifenilos policlorados superan los 50 ppm.



## CONCLUSIONES

**PRIMERA.** Se efectuó el análisis de presencia de PCB en 1021 transformadores de la Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad del Norte S.A. (ENSA), de los cuales 1017 de las muestras analizadas se encontraban con un porcentaje  $> 2$  ppm de presencia de PCB y 4 se encontraron dentro de la concentración máxima permitida. Estos aceites con resultados dentro de la concentración permitida de PCB deben tener su respectivo tratamiento y mantenimiento para disminuir la concentración de PCB en los transformadores Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad del Norte S.A. (ENSA).

**SEGUNDA.** Como producto de la investigación, se incluyeron documentos internos en el Sistema Integrado de Gestión de la Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad del Norte S.A. (ENSA). Anexo 4, que corresponde al Plan de Manejo de PCB, y Anexo 5, que comprende el Manual para el Análisis, Identificación y Gestión de los Equipos, Instalaciones y desechos contaminados con PCB. Se creó una base de datos de equipos sin PCB siguiendo el modelo de la Guía de Inventario de Bifenilos policlorados, según lo dispuesto en la Resolución Ministerial N° 002-2021-MINEM/DM.



## RECOMENDACIONES

- PRIMERA.** Continuar llevando a cabo de forma regular el análisis de descarte de PCB en los aceites de los transformadores, con el propósito de detectar y reducir los posibles efectos adversos que puedan surgir como resultado de las operaciones de cada planta de energía. Implementar las medidas preventivas y de protección pertinentes para minimizar los riesgos de contaminación derivados de accidentes laborales y enfermedades ocupacionales.
- SEGUNDA.** Implementar las medidas preventivas y de protección requeridas para emitir advertencias sobre el índice de contaminación causada por accidentes y enfermedades ocupacionales, monitorear los transformadores con resultados positivos deben ser identificados para prevenir su mal manejo y difundir el manejo de equipos que involucren contaminación con PCB. El riesgo de mala salud y su repercusión en la salud y el medio ambiente. Renovar la información de transformadores en la base de datos empresarial para potenciar los diagnósticos relacionados con los riesgos laborales y de actividad.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Worldwide Cancer Research Organization. (01 de 01 de 2013). World Health Organization. Retrieved on July 20, 2013, from IARC Monographs Assessing Carcinogenic Risks to Humans: <https://n9.cl/98bb5>
- International Chemical Safety Initiative. (1993). Bifenilos policlorados y terfenilos. Ginebra: IPCS. IPCS - Programa Internacional sobre Seguridad Química. (1992). Criterios de Salud Ambiental 140: bifenilos policlorados y terfenilos policlorados. Ginebra: PNUMA. OTI y OMS.
- MENDOZA, M. - MINPETEL S.A. (2010). Procedimiento y Monitoreo de Equipos y Residuos con PCB en el Sector Eléctrico. Asesoría brindada a OSINERGMIN, Lima.
- MENDOZA, M. (2012). Diagnóstico del manejo de PCB en la industria minera y empresas de servicios asociadas. Lima: Proyecto CRBAS – FMAM/PNUMA “Directrices Óptimas para la Gestión de PCB en la Minería Sudamericana”.
- MENDOZA, M. (2012). Inventario tangible de aplicaciones de PCB clausuradas. Lima: Proyecto CRBAS – FMAM/PNUMA.
- MENDOZA, M. (2010). Procedimiento y Supervisión de Equipos y Desechos con PCB en la Industria Eléctrica. Lima: OSINERGMIN. MENDOZA, M. (2012). Método de manejo del PCB en la conservación de equipos.
- MENDOZA ZEGARRA MC. (2013). Plan for the Environmentally Sound Management of Polychlorinated Biphenyls (PCBs) in Peru,



consideraciones eco-tecnológicas. Tesis magistral. Universidad Católica del Lima, Perú. 161 pp.

MINISTERIO DEL AMBIENTE. Ley N° 28611 - Ley General del Ambiente. Perú; (2005). <https://n9.cl/acjnaambiente.pdf>. (último acceso 27 agosto 2017).

MINISTERIO DEL AMBIENTE. Procedimiento para la gestión de PCB durante el mantenimiento de equipos. <https://shre.ink/8L8v>

Zegarra, Mario Mendoza. 2017. "Guia Para El Manejo Ambientalmente Racional de Existencia Y Residuos de Bifenilos Policlorados."

Magallanes Orrala, Carlos Raul. 2015. "Estudio Tecnico Para Implementar Un Area de Almacenamiento y Control de Residuos Peligrosos Contaminantes." Tesis. 2015. <http://upse-tii-2015-017.pdf>.

Gonzalez, Por Luciano A. 1980. "Transformadores Con Aceite Mineral Contaminado Con PCB : 96–97.

Leyva, E. 2010. "Universidad de Costa Rica Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería Eléctrica Por : INTELIGENTE." Costa Rica. Guatemala, Integración-AdA, Proyecto. 2015. "Guia Tecnica Del Manejo de Equipo Electrico Con Bifenilo Policlorado."

Zegarra Mendoza, Mario Cesar. 2016. "Procedimiento para el Manejo de PCB Durante El Mantenimiento," 50.

Rosso, Adrina. 2015. "Master's Thesis on Strengthening Environmental Management Systems for Polychlorinated Biphenyls (PCBs) and the Elimination of Contaminated Oils and Equipment in Operation"



Pillaga, Maria Angelica Astudillo. 2014. "Gestion de Los Transformadores Electricos Con Bifenilos Policlorados de La Empresa Centrosur."

Alonso, Diego, and Moreno Tejada. 2016. "Diseño de Un Proceso para la Gestión de Bifenilos Policlorados En Equipos Electricos," 103.

Acuña, Joaquin Vicente Alvarez. 2017. "Cultivo de Los Microorganismos Nativos En La Reduccion Del Contenido de Bifenilo Policlorado."

MINPETEL S.A. (2010). Servicio de Evaluación de Eliminación de PCBs en Aceites Dieléctricos en Hidrandina. Informe de Asesoría Ambiental. Perú.

Proyecto CRBAS - FMAM/PNUMA " Óptimas Prácticas para la Gestión de PCB en la Industria Minera Sudamericana ". 2011. Herramienta de Apoyo a la Toma de Decisiones - Manejo de PCB en la Industria Minera. Buenos Aires.



# ANEXOS



### Anexo 01. Matriz de consistencia

| GESTIÓN AMBIENTAL DE LAS ACTIVIDADES DE EXTRACCIÓN Y ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE BIFENILOS POLICLORADOS (PCB) ALAS MUESTRAS DE ACEITE DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN ELECTRICAS EN LA PROVINCIA DE CHICLAYO. |  |  |  |  |                                 |          |
|--|--|--|--|--|---------------------------------|----------|
| PROBLEMA GENERAL   | OBJETIVO GENERAL   | HIPOTESIS GENERAL  | VARIABLE INDEPENDIENTE                               | DIMENSIONES  | UNIDAD DE MEDIDA                | ESCALA   |
| ¿Cómo se realiza el análisis de bifenilos policlorados en aceites de transformadores de distribución eléctrica en la Provincia de Chiclayo para reducir el riesgo de contaminación del medio ambiente y salud? | Realizar el Análisis Bifenilos Policlorados en aceites de transformadores de distribución eléctrica así reducir el riesgo de la contaminación ambiental y prevenir riesgos a la salud                            | Identificar y gestionar el contaminante bifenilos policlorados durante el Análisis de PCB en Aceite Dieléctrico de Transformadores de Distribución es fundamental para reducir los niveles de riesgo potencial para el medio ambiente y a la salud.    | BIFENILOS POLICLORADOS EN TRANSFORMADORES ELECTRICOS | UBICACIÓN GEOGRAFICA                                   | Inventario o cadena de custodia | CONTINUO |
| PROBLEMA ESPECIFICO 1  | OBJETIVO ESPECIFICO 1  | HIPOTESIS ESPECIFICO 1   | VARIABLE DEPENDIENTE                                 | DIMENSIONES  | UNIDAD DE MEDIDA                | ESCALA   |
| ¿Qué estándar elegir para analizar los PCB en el aceite de transformador de distribución para reducir la contaminación ambiental?  | Aplicar los criterios para el análisis de los bifenilos policlorados en aceites transformadores de distribución eléctrica para reducir la contaminación ambiental y prevenir riesgos a la salud de las personas. | Para establecer medidas de gestión ambiental y reducir la contaminación, determinaremos los niveles de concentración aplicando criterios de análisis específicos para bifenilos policlorados (PCB).  | RIESGO PARA EL MEDIO AMBIENTE                        | PRUEBAS DE LABORATORIO<br><br>PRUEBAS DE LABORATORIO   | mg l o ppm                      | CONTINUO |
| PROBLEMA ESPECIFICO 2  | OBJETIVO ESPECIFICO 2  | HIPOTESIS ESPECIFICO 2   | VARIABLE DEPENDIENTE                                 | DIMENSIONES  | UNIDAD DE MEDIDA                | ESCALA   |
| ¿Cómo obtener las mediciones más confiables y precisas de los niveles de PCB en los aceites dieléctricos de los transformadores en la Provincia de Chiclayo?   | Designar un método más confiable y precisa para el análisis de descarte de bifenilos policlorados en aceites de transformadores de distribución eléctrica en la Provincia de Chiclayo.                           | determinar la presencia de los PCB en el análisis de bifenilos policlorados, podremos plantear estrategias permitiendo identificar, controlar los bifenilos policlorados en los transformadores de distribución eléctrica en la Provincia de Chiclayo. | RIESGO PARA LA SALUD                                 | PRUEBAS DE LABORATORIO<br><br>CAPACITACIÓN AL PERSONAL | mg l o ppm<br><br>SSTO IPERC    | CONTINUO |



Anexo 02. Diseño de Contrastación de Hipótesis

| HIPÓTESIS              | MÉTRICA                       | DATOS  |  |   | CONCLUSIONES,<br>CORRECCIONES DEL RUMBO  |
|------------------------|-------------------------------|--|--|---|--|
|                        |                               | MEDIDA 1                                       | MEDIDA 2   | MEDIDA 3  |  |
| HIPÓTESIS GENERAL      | Cantidad de muestra de aceite | 1021 transformadores de distribución eléctrica | Identificar y gestionar el Análisis de PCB   | Se realizará un total de 1021 muestras de aceite dieléctrico en diferentes lugares del Distrito de Chiclayo.  | Se realizó con éxito el total de 1021 muestras de aceite dieléctrico de los transformadores  |
| HIPÓTESIS ESPECIFICA 1 | Cantidad de muestra de aceite | 1021 transformadores de distribución eléctrica | Aplicando criterios para el análisis de descarte de los PCB en aceites de transformadores    | Aplicaremos el criterio de la OEFA (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental), para la identificación de las muestras a desarrollar  | Aplicamos el criterio de la OEFA, tomando en cuenta la antigüedad del equipo, marca, procedencia, tipo y peso del aceite dieléctrico |
| HIPÓTESIS ESPECIFICA 2 | Cantidad de muestra de aceite | 1021 transformadores de distribución eléctrica | Designar un método para realizar el análisis de descarte de PCB en aceite de transformadores | Designaremos el método para la determinación de bifenilos policlorados (PCB) en superficies contaminadas con PCB mediante cromatografía de gases con columna capilar y detector de captura de electrones. |  |



### Anexo 03. Ensayo de SGS



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL – DA CON REGISTRO N° LE – 002



FECHA: 28/04/2023

SGS Oil, Gas and Chemicals  
Av. Elmer Faucett  
3348, Callao 1  
Perú  
PO Box 27-0126  
t (51-1) 617 1900  
f (51-1) 676 4089  
www.pe.sgs.com

C&B INGENIEROS ASOCIADOS CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.  
JR. SAN AGUSTIN MZ G1 - LT2

### Informe de Ensayo: AT2302286.001 Rev. 0

|                             |  |                            |                     |
|-----------------------------|--|----------------------------|---------------------|
| CLIENTE ORDEN NO :          | 8412-624   | SGS ORDEN NO.:             | —                   |
| CLIENTE ID :                | EN262449   | DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : | Acetate Dieléctrico |
| LOCALIDAD :                 | CALLAO   | ORIGEN ID :                | 164935292           |
| ORIGEN DE LA MUESTRA :      | Como se suministra   | MUESTREADO POR :           | Cliente             |
| TIPO DE MUESTRA :           | Tal como fue presentado  | RECIBIDO :                 | 19/04/2023          |
| MUESTREADO :                | 28/03/2023   | COMPLETADO :               | 28/04/2023          |
| ANALIZADO :                 | 28/04/2023   | CANTIDAD:                  | 100 ML              |
| PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA: | VIDRIO AMBAR   |                            |                     |
| COMENTARIO MUESTRA :        | MARCA EQUIPO: IST ELECTRIC/SERIE: 500430-02/POTENCIA: 200/TENS. PRIM.: JTENS. SEC.: JCORR. PRIM.: JCORR. SEC.: J |                            |                     |

| ANÁLISIS                      | MÉTODO                                | RESULTADO UNITS |
|-------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| Contenido de PCB's            | ASTM D 4059 - 00<br>(Reapproved 2018) | <2 ppm          |
| Contenido de Aroclor 1242 (*) | ASTM D 4059 - 00<br>(Reapproved 2018) | <2 ppm          |
| Contenido de Aroclor 1254 (*) | ASTM D 4059 - 00<br>(Reapproved 2018) | <2 ppm          |
| Contenido de Aroclor 1280 (*) | ASTM D 4059 - 00<br>(Reapproved 2018) | <2 ppm          |

(\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.

# "Resultado", Menor al Límite de cuantificación y/o está por debajo del mínimo valor del rango de Trabajo del método"/"Resultado", Mayor al máximo valor del rango de trabajo del método.

FIRMA AUTORIZADA

ROCÍO J. MANRIQUE TORRES  
Supervisora de Laboratorio  
CIP136634

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC."

2804202315350000088569

Página 1 / 1

OGC-ES\_REPORT\_NLOGO\_D88-2012-05-05-V48

Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C, las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s); no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348, Callao 1, Perú, PO Box 27-0125 t (51-1) 617 1900 f (51-1) 676 4089  
[www.pe.sgs.com](http://www.pe.sgs.com)

Miembro del Grupo SGS



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



FECHA: 28/04/2023

SGS Oil, Gas and Chemicals  
Av. Elmer Faucett  
3348, Callao 1  
Perú  
PO Box 27-0125  
t (51-1) 517 1900  
f (51-1) 575 4089  
www.pe.sgs.com

C&B INGENIEROS ASOCIADOS CONTRATISTAS  
GENERALES S.R.L.  
JR. SAN AGUSTIN MZ G1 - LT2

## Informe de Ensayo: AT2302284.001 Rev. 0

|                              |  |                            |                    |
|------------------------------|--|----------------------------|--------------------|
| CLIENTE ORDEN NO :           | 8412-622   | SGS ORDEN NO.:             | —                  |
| CLIENTE ID :                 | CHO.05   | DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : | Aceite Dieléctrico |
| LOCALIDAD :                  | CALLAO   | ORIGEN ID :                | 104935290          |
| ORIGEN DE LA MUESTRA :       | Como se suministra   | MUESTREADO POR :           | Cliente            |
| TIPO DE MUESTRA :            | Tal como fue presentado  | RECIBIDO :                 | 19/04/2023         |
| MUESTREADO :                 | 26/03/2023   | COMPLETADO :               | 28/04/2023         |
| ANALIZADO :                  | 28/04/2023   | CANTIDAD :                 | 100 ML             |
| PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : | VIDRIO AMBAR   |                            |                    |
| COMENTARIO MUESTRA :         | TIPO TRANSF.: T3D/MARCA EQUIPO: I&T ELECTRIC/SERIE: 500531/POTENCIA: 160TENS. PRIM.: 22900TENS. SEC.: 400/CORR. PRIM.: 4.03/CORR. SEC.: 230.94/FASES: 3/ |                            |                    |

| ANÁLISIS                      | MÉTODO                                | RESULTADO UNITS |
|-------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| Contenido de PCB's            | ASTM D 4059 - 00<br>(Reapproved 2018) | <2 ppm          |
| Contenido de Aroclor 1242 (*) | ASTM D 4059 - 00<br>(Reapproved 2018) | <2 ppm          |
| Contenido de Aroclor 1254 (*) | ASTM D 4059 - 00<br>(Reapproved 2018) | <2 ppm          |
| Contenido de Aroclor 1260 (*) | ASTM D 4059 - 00<br>(Reapproved 2018) | <2 ppm          |

(\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.

■ "Resultado", Menor al Límite de cuantificación y/o está por debajo del mínimo valor del rango de Trabajo del método;"Resultado", Mayor al máximo valor del rango de trabajo del método.

FIRMA AUTORIZADA

ROCÍO J. MANRIQUE TORRES  
Supervisora de Laboratorio  
CIP136634

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC."

2804202315330000089507

Página 1 / 1

OGC-ES\_REPORT\_NL000\_D88-2012-05-05-V48

Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C, las cuales se encuentran descritos en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s); no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

SGS del Perú S.A.C. | Av. Elmer Faucett 3348, Callao 1, Perú, PO Box 27-0125 t (51-1) 517 1900 f (51-1) 575 4089  
[www.pe.sgs.com](http://www.pe.sgs.com)

Miembro del Grupo SGS

### Anexo 03. Panel fotográfico

#### Retiro de aceite en la Subestación



#### Acopio de los residuos de la extracción de PCB



### Ventajas y desventajas del análisis cromatográfico.

#### Detección analítica de PCB

##### Cromatografía de gases (GC)



- Más preciso
- Más confiable



- Costoso
- No portátil
- Mayor tiempo de análisis
- Requiere instalaciones especiales y técnicos especializados

##### Métodos de CG :

- Detección por captura de electrones (ECD)
- Detección por conducción electrolítica (ELCD)
  - Espectrómetro de masas (MS)



### Ventajas y desventajas del análisis Clor-N-OIL.

#### Screening methods: PCB screening kit and the L200DX Analyzer



- Bajo costo
- Portátil
- Resultados instantáneos
- No requiere infraestructura especial
- Versátil para selección de muestras en campo
- Baja generación de residuos
- Solamente los positivos requieren CG
- No se requiere personal especializado



- Menos preciso
- Menos confiable
- Falsos negativos
- Falsos positivos

##### Clor-N-Oil, Clor-N-Soil o L200DX





ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital [X]

Fecha de entrega: 24/07/2024

1. Datos del autor (es):

Formulario with fields for author information: Nombres y Apellidos, Dirección, DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°, Teléfono, email, Facultad y/o Escuela de Posgrado, Escuela Profesional o Mención, Título o Grado Académico a optar, Asesor, Palabras claves, and a section for development location with footnotes 1 and 2.



2. Referencia de tesis:

Bachiller  Título  2da Especialidad  Maestría  Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

**Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.**

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

**Autorizo su publicación (marque con una X)**

Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.  
 Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): \_\_\_\_\_  
 No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

**¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?**

**Sí:** significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

**No:** significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

Sí autorizo  
 No autorizo



**Jurisdicción de su Licencia**

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción “internacional” o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción “internacional” emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción “internacional” goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL - P22



24 de Julio del 2024

Firma de Autor

huella digital

Fecha