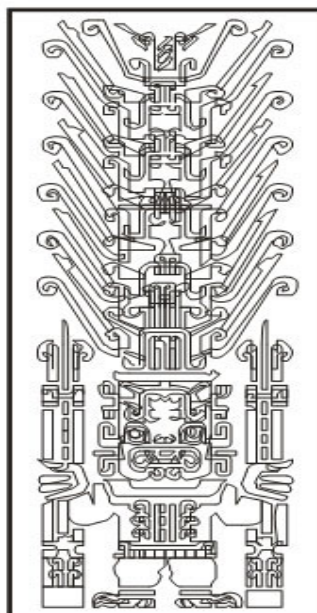


**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLAREAL**

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE QUÍMICA**



**Determinación de Bifenilos Policlorados (PCBs) por Cromatografía de Gases  
en suelos aledaños a sub estaciones eléctricas de Chimbote, Chiclayo y  
Chincha**

**Tesis para optar el Título Profesional de Licenciado en Química**

**Marcela Vidalón Nuñez**

**LIMA –PERU**

**2016**

## Abreviaturas

BK-M: Blanco muestra

COPs: Contaminantes orgánicos persistentes

COVs: Compuestos orgánicos volátiles

CBp: Monoclorobifenilo

DeCBp: Decaclorobifenilo

DHHS: Department of Health and Human Service

DIGESA: Dirección General de Salud Ambiental

DMS: Detector Espectrométrico de Masas

DCBp: Diclorobifenilo

ECAS: Estándares de Calidad Ambiental de Suelos

ECD: Detector de captura de electrones

EPA: Environmental Protection Agency

FID: Detector de ionización de llama

GC: Cromatografía de Gases

HCBp: Hexaclorobifenilo

HeCBp: Heptaclorobifenilo

IARC: International Agency for research on Cáncer

INDECOPI: Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual

IS: Internal standart

ISO: Organización Internacional de Normalización

IUPAC: International Union of Pure and Applied Chemistry

LC: Límite de cuantificación

LD: Límite de detección

MINAM: Ministerio del Ambiente

NCBp: Nonaclorobifenilo

OCBp: Octaclorobifenilo

OMS: Organización mundial de la salud

PAH: Hidrocarburos Poliaromáticos

PCB: Bifenilos Policlorados

PCBp: Pentaclorobifenilo

PTFE: Politetrafluoroetileno

QC: Control de calidad

SS: Standart surrogado

TCBp: Triclorobifenilo

TCD: Detector de conductividad térmica

TeCBp: Tetraclorobifenilo

TSCA: Toxic Substances Control Act

UNIDO: Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> Ciudades que se inventariaron por el Proyecto Manejo y Disposición Ambiental Racional de PCB en el Perú organizado por la DIGESA y UNIDO .....	4
<b>Figura 2</b> Resultados por ciudad de la cantidad de equipos contaminados con aceites dieléctricos que contienen PCBs .....	5
<b>Figura 3</b> Estado de ratificación del Tratado de Estocolmo. Con fecha 20-10-2010. 151 países habían ratificado el texto (verde). Frente a 172 posibles. Fuente: Tratado de Estocolmo .....	9
<b>Figura 4</b> Reacción Catalítica para obtención de PCBs a partir de bifenilos .....	10
<b>Figura 5</b> Estructura básica de los PCBs .....	11
<b>Figura 6</b> Biomagnificación acuática.....	14
<b>Figura 7</b> Partes del Cromatógrafo de Gases .....	17
<b>Figura 8</b> Partes del Inyector .....	18
<b>Figura 9</b> Columna capilar .....	19
<b>Figura 10</b> Vista expandida de tubo capilar .....	20
<b>Figura 11</b> Gráfica del método de calibración con estándar externo .....	23
<b>Figura 12</b> Gráfica del método de calibración con estándar interno .....	23
<b>Figura 13</b> Muestras en proceso de extracción .....	27
<b>Figura 14</b> Muestras concentradas.....	28
<b>Figura 15</b> Muestra reconstituida en matraz aforado .....	28
<b>Figura 16</b> Cromatograma resultado de la corrida visualizado en el software.....	30
<b>Figura 17</b> Gráfica de área vs concentración que realiza el cálculo el software Totalcrome.....	31
<b>Figura 18</b> Gráfica de la curva de calibración Área VS Concentración.....	32
<b>Figura 19</b> Reporte de resultados del QC de Arocloros .....	34
<b>Figura 20</b> Cromatograma del QC de Arocloros.....	35
<b>Figura 21</b> Formato de reporte del análisis de PCBs como Congéneres .....	36

<b>Figura 22</b> Cromatograma del QC de Congéneres .....	<b>37</b>
<b>Figura 23</b> Reporte de resultados de la muestra Chimbote-1 .....	<b>42</b>
<b>Figura 24</b> Cromatograma de la muestra Chimbote-1 .....	<b>44</b>
<b>Figura 25</b> Gráfica de la prueba de normalidad obtenida del Minitab .....	<b>45</b>
<b>Figura 26</b> Reporte de resultado de la muestra Chiclayo-4 .....	<b>47</b>
<b>Figura 27</b> Cromatograma de la muestra Chiclayo-4 .....	<b>49</b>
<b>Figura 28</b> Cromatograma de la muestra Chiclayo 4 sobre puesta con el QC de Arocloros .....	<b>60</b>
<b>Figura 29</b> Pico del Aroclor 1260- 4 de la muestra y del QC .....	<b>61</b>
<b>Figura 30</b> Cromatograma sobrepuestos del QC y de la muestra Chiclayo 4 .....	<b>61</b>
<b>Figura 31</b> Reporte de resultado de la muestra Chiclayo 4 .....	<b>62</b>

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1</b> Compuestos Orgánicos Persistentes del Tratado de Estocolmo.....	<b>4</b>
<b>Tabla 2</b> Ejemplos de congéneres, homólogo y algunos isómeros de la molécula de Diclorobifenilo .....	<b>11</b>
<b>Tabla 3</b> Nombre, fórmula molecular, N° de isómeros, N° IUPAC, masa molecular y porcentaje de cloro de las moléculas de PCBs .....	<b>12</b>
<b>Tabla 4</b> Composición porcentual de 9 homólogos de PCBs en las mezclas técnicas de Aroclor (en %) .....	<b>12</b>
<b>Tabla 5</b> Límites máximos permisibles para PCBs en suelos publicado en el diario El Peruano el 25 de marzo del 2013.....	<b>16</b>
<b>Tabla 6</b> Coordenadas de los puntos de muestreo .....	<b>25</b>
<b>Tabla 7</b> Profundidad de muestreo segun la guía para muestreo de suelos del Ministerio del Ambiente (MINAM) versión 2014.....	<b>26</b>
<b>Tabla 8</b> Condiciones de muestreo y preservacion de las muestras segun la guía para muestreo de suelos del Ministerio del Ambiente (MINAM) versión 2014....	<b>26</b>
<b>Tabla 9</b> Condiciones de extracción en el Soxhlet automático.....	<b>27</b>
<b>Tabla 10</b> Curva de calibración de PCBs como Congéneres.....	<b>30</b>
<b>Tabla 11</b> Curva de calibración de PCBs como Arocloros .....	<b>31</b>
<b>Tabla 12</b> Límites de detección (LD) y límites de cuantificación (LC) del método de PCBs como Congéneres.....	<b>33</b>
<b>Tabla 13</b> Resultado del % de recuperación del QC de Congeneres (20.0000 ug/L) y BK-M.....	<b>38</b>
<b>Tabla 14</b> Resultado del % de recuperación del QC de Arocloros (0.250000 mg/L) y BK-M.....	<b>38</b>
<b>Tabla 15</b> Resultado de la recuperación entre duplicados .....	<b>40</b>
<b>Tabla 16</b> Resultados de los suelos muestreados en alrededores de la sub estación eléctrica El Pedregal.....	<b>41</b>
<b>Tabla 17</b> Resultado de los suelos dela sub estación eléctrica Chimbote1 .....	<b>43</b>
<b>Tabla 18</b> Tratamiento estadístico de la data .....	<b>46</b>

<b>Tabla 19</b> Resultados del análisis de los suelos aledaños a la sub estación eléctrica Chimbote 1.....	<b>46</b>
<b>Tabla 20</b> Resultados del % de recuperación del Decaclorobifenilo .....	<b>47</b>
<b>Tabla 21</b> Resultados de los suelos muestreados en zonas aledañas de la sub estación eléctrica Santa Rosa.....	<b>48</b>
<b>Tabla 22</b> Resultados del tratamiento estadístico para las muestras Chiclayo 4 y Chiclayo 5d.....	<b>54</b>
<b>Tabla 23</b> Resultados del tratamiento estadístico para las muestras Chiclayo 4 y Chiclayo 5d.....	<b>55</b>
<b>Tabla 24</b> Resultados del % de recuperación del Decaclorobifenilo .....	<b>55</b>
<b>Tabla 25</b> Resultados finales de la muestra Chiclayo 4 .....	<b>56</b>
<b>Tabla 26</b> Resultado de los suelos de Chinchá 1 y Chinchá 2.....	<b>56</b>
<b>Tabla 27</b> Resultado de los suelos de Chinchá 3 y Chinchá 4 .....	<b>57</b>
<b>Tabla 28</b> Resultado de los suelos de Chinchá 5d .....	<b>57</b>
<b>Tabla 29</b> Resultados del % de recuperación de los surrogados.....	<b>57</b>
<b>Tabla 30</b> Resultados de Chimbote1 y Chimbote2.....	<b>58</b>
<b>Tabla 31</b> Resultados de Chimbote 3 y Chimbote 4.....	<b>58</b>
<b>Tabla 32</b> Resultados de Chimbote 5d .....	<b>59</b>
<b>Tabla 33</b> Resultados del % de recuperación de los surrogados.....	<b>59</b>
<b>Tabla 34</b> Resultados de Chiclayo 1 y Chiclayo 2.....	<b>59</b>
<b>Tabla 35</b> Resultados de Chiclayo 3 y Chiclayo 4 .....	<b>63</b>
<b>Tabla 36</b> Resultados de Chiclayo 5d.....	<b>63</b>
<b>Tabla 37</b> Resultados del tratamiento estadístico para las muestras Chiclayo 4 y Chiclayo 5d.....	<b>65</b>
<b>Tabla 38</b> Resultados del % de recuperación de los surrogados.....	<b>65</b>
<b>Tabla 39</b> Resultado de la muestra Chiclayo 4.....	<b>65</b>

## Índice de Gráficos

<b>Gráfico 1</b> Prueba de normalidad (66) 2, 3', 4, 4' - Tetraclorobifenil .....	<b>50</b>
<b>Gráfico 2</b> Prueba de normalidad (87) 2, 2', 3, 4, 5' - Pentaclorobifenil .....	<b>50</b>
<b>Gráfico 3</b> Prueba de normalidad (101) 2, 2', 4, 5, 5' - Pentaclorobifenil .....	<b>50</b>
<b>Gráfico 4</b> Prueba de normalidad (110) 2, 3, 3', 4', 6 - Pentaclorobifenil .....	<b>51</b>
<b>Gráfico 5</b> Prueba de normalidad (138) 2, 2', 3, 4, 4', 5' - Hexaclorobifenil .....	<b>51</b>
<b>Gráfico 6</b> Prueba de normalidad (141) 2, 2', 3, 4, 5, 5' - Hexaclorobifenil .....	<b>51</b>
<b>Gráfico 7</b> Prueba de normalidad (151) 2, 2', 3, 5, 5', 6 - Hexaclorobifenil .....	<b>52</b>
<b>Gráfico 8</b> Prueba de normalidad (153) 2, 2', 4, 4', 5, 5' - Hexaclorobifenil .....	<b>52</b>
<b>Gráfico 9</b> Prueba de normalidad (170) 2, 2', 3, 3', 4, 4', 5 - Heptaclorobifenil ...	<b>52</b>
<b>Gráfico 10</b> Prueba de normalidad (180) 2, 2', 3, 4, 4', 5, 5' - Heptaclorobifenil	<b>53</b>
<b>Gráfico 11</b> Prueba de normalidad (183) 2, 2', 3, 4, 4', 5', 6 - Heptaclorobifenil	<b>53</b>
<b>Gráfico 12</b> Prueba de normalidad (187) 2, 2', 3, 4', 5, 5', 6 - Heptaclorobifenil	<b>53</b>
<b>Gráfico 13</b> Prueba de normalidad Aroclor 1260-1 .....	<b>63</b>
<b>Gráfico 14</b> Prueba de normalidad Aroclor 1260-2 .....	<b>64</b>
<b>Gráfico 15</b> Prueba de normalidad Aroclor 1260-3 .....	<b>64</b>



# Índice

	Página
1. Resumen .....	1
2. Abstract .....	2
3. Introducción.....	3
3.2. Delimitación de Objetivos .....	5
3.2.1. Objetivo general .....	5
3.2.2. Objetivos específicos.....	5
3.2.3. Hipótesis .....	6
3.2.4. Justificación e importancia del estudio.....	6
4. Marco teórico.....	7
4.1. Antecedentes .....	7
4.2 Generalidades.....	9
4.2.1. Convenio de Estocolmo.....	9
4.2.2. Bifenilos policlorados.....	10
4.2.3. Límites Máximos Permisibles.....	15
4.2.4. Cromatografía de Gases (GC).....	16
4.2.4.1. Partes del cromatógrafo de gases.....	17
4.2.5. Métodos de calibración.....	22
4.2.5.1. Calibración por estándar externo.....	22
4.2.5.2. Calibración por estándar interno.....	23
5. Materiales y métodos .....	24
5.1. Reactivos .....	24
5.2. Equipos .....	25
5.3. Materiales .....	25
5.4. Muestras .....	25
5.4.1. Recolección y preservación .....	26
5.5. Preparación de muestras.....	26
5.6. Determinación cromatográfica.....	29

5.7. Métodos de identificación y cuantificación .....	30
5.8. Criterios de calidad .....	33
6. Resultados .....	40
7. Discusión.....	66
8. Conclusiones.....	68
9. Referencias Bibliográficas.....	69
10. Anexos .....	72

## Resumen

En esta tesis se realizó una investigación para determinar y cuantificar la contaminación de suelos por Bifenilos Policlorados (PCBs) en los alrededores de sub estaciones eléctricas de las ciudades de Chiclayo, Chimbote y Chincha. Los PCBs son una familia de 209 congéneres, el método para el análisis es el EPA 8082 A y nos indica que la identificación se hace según Congéneres y Arocloros (combinación de congéneres) respectivamente, así mismo la extracción de los analitos se realizó por el método de Soxhlet Automático con la combinación de solventes orgánicos (Acetona y Hexano); para la limpieza del extracto se utilizó una columna de Florisil, Sulfato de Sodio Anhidro y Silica Gel así mismo el análisis instrumental se realizó por Cromatografía de Gases utilizando un detector de captura de electrones (ECD) que es el indicado por el método estandarizado internacionalmente para la identificación de Bifenilos Policlorados que nos permite llegar a los límites cuantificables requeridos; Los resultados del análisis revelaron la presencia de PCBs en los suelos aledaños a las sub estaciones eléctricas de la ciudad de Chiclayo, en concentraciones máximas de 0.3074 mg/kg cuantificado como Arocloro y en la ciudad de Chimbote, en concentraciones máximas de 1.1538 ug/kg cuantificado como Congénere, finalmente los resultados fueron comparados con los límites máximos permisibles de los Estándares de Calidad de Suelos (ECAS) promulgados por el Ministerio del Ambiente.

Palabras clave: Bifenilos Policlorados; Cromatografía de Gases; suelos; sub estaciones eléctricas

## **2. Abstract**

In this thesis an investigation was conducted to determine and quantify soil contamination by polychlorinated biphenyls (PCBs) around sub power stations in the cities of Chiclayo, Chimbote and Chincha. PCBs are a family of 209 congeners, the method for the analysis is the EPA 8082 A and indicates that the identification is made according Congeners and Arochlors (combination of Congeners) respectively, also the extraction of analytes was performed by the method Automatic Soxhlet with the combination of organic solvents (acetone and hexane); for cleaning extract a Florisil column, anhydrous sodium sulfate and Silica Gel so it was used instrumental analysis was performed by gas chromatography using an electron capture detector (ECD) which is indicated by the internationally standardized method the identification of polychlorinated biphenyls that allows us to reach the quantifiable limits required; The results of the analysis revealed the presence of PCBs in the vicinity of the sub power stations of the city of Chiclayo soil, maximum concentrations of 0.3074 mg / kg quantified as Aroclor and in the city of Chimbote, in maximum concentrations of 1.1538 ug / kg quantified as Congener, finally the results were compared with the maximum permissible limits of Soil Quality Standards (ECAS) promulgated by the Ministry of Environment.

Keywords: Polychlorinated Biphenyls; Gas Chromatography; Soils; Electrical Substations.

### 3. Introducción

Los Bifenilos Policlorados (PCBs) son compuestos orgánicos sintéticos, producidos en grandes cantidades entre los años 1929 y 1976, su síntesis se realiza mediante la cloración catalítica de bifenilos obteniendo como producto una mezcla compleja de isómeros con distinto porcentaje de átomos de cloro en la molécula de este modo se producen hasta 209 compuestos llamados congéneres.

Su uso como material aislante eléctrico, resistente al agua, como aditivo para pegamentos, como plaguicida y hasta se recomendó su uso como aditivo de gomas de mascar lo que hizo masivo su consumo.

Los PCBs al igual que todos los contaminantes orgánicos persistentes ingresan al aire, al agua y al suelo durante su uso y disposición, como consecuencia de derrames accidentales o liberaciones durante su transporte y por pérdidas o incendios de productos que contenían PCBs. En un ambiente contaminado con PCBs, éstos pueden estar presentes en fase de vapor o adsorbidos a partículas. Los PCBs en fase de vapor tienen una mayor movilidad y son transportados a más distancia que los que están unidos a partículas.

Los PCBs al permanecer en el ambiente se transportan en la cadena trófica e ingresan al organismo por consumo de alimentos contaminados y por exposición laboral a través de la piel o de la vía respiratoria. Son cancerígenos (estudios en animales lo confirman). Después de su absorción circulan por la corriente sanguínea se almacenan (bioacumulan y biomagnifican) en tejidos grasos y en una variedad de órganos que incluyen los pulmones, hígado, riñones, glándulas adrenales, cerebro, corazón y la piel, manifestándose principalmente en la piel (cáncer a la piel, cloro acné) y el hígado, pudiendo afectar los sistema nervioso central, reproductivo o endocrino, sistema inmunológico y el tracto gastrointestinal y respiratorio.

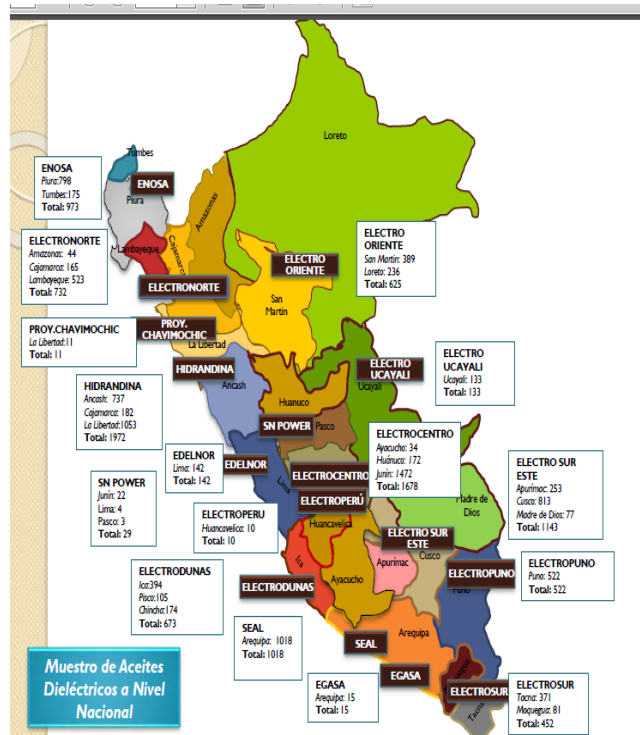
Siendo una de las fuentes de mayor contaminación por PCBs la que proviene de aceites dieléctricos que en su mayoría se encuentra almacenados o en uso en las sub estaciones eléctricas, los países que firmaron el Convenio de Estocolmo se ven obligados a tener protocolos de manejo uso y disposición de estos.

Trabajos de investigación sobre contaminación de suelos por PCBs se hacen a nivel internacional, en su mayoría por países altamente industrializados porque los

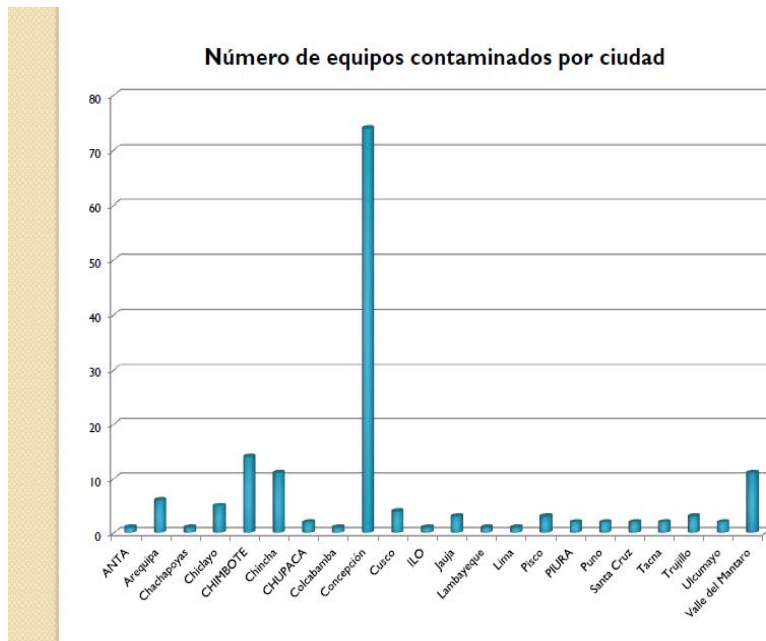
derrames o mala manipulación de los equipos con PCBs causan la contaminación. En el Perú trabajos de investigación sobre contaminación de suelos por PCBs no se han realizado por falta de información y/o medios que incentiven su desarrollo.

En nuestro país ya se hizo un inventario a nivel nacional en el sector minero dirigido por el Ministerio del Ambiente (MINAM) y en el sector eléctrico dirigido por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) en conjunto con la Organización de las Naciones Unidas (ONU) para determinar la cantidad de aceite dieléctrico contaminado con PCBs.

Las sub estaciones eléctricas El Pedregal ubicada en la provincia de Chincha Departamento de Ica, la sub estación Chimbote 1 ubicada en el distrito de Chimbote provincia del Santa Departamento de Ancash y la sub estación Santa Rosa ubicada en la provincia de Chiclayo Departamento Lambayeque cuentan con equipos contaminados con aceites dieléctricos que contienen PCBs, por lo cual se evaluara la posible contaminación de suelos en las zonas aledañas a dichas sub estaciones utilizando la técnica instrumental de Cromatografía de Gases.



**Figura 1. Ciudades que se inventariaron por el Proyecto Manejo y Disposición Ambiental Racional de PCB en el Perú organizado por la DIGESA y UNIDO**



**Figura 2. Resultados por ciudad de la cantidad de equipos contaminados con aceites dieléctricos que contienen PCBs**

### 3.2. Delimitación de Objetivos

#### 3.2.1. Objetivo general

Evaluar la contaminación de suelos en zonas aledañas a sub estaciones eléctricas de las ciudades de Chimbote, Chincha y Chiclayo que manejan aceites dieléctricos contaminados con PCBs.

#### 3.2.2. Objetivos específicos

- Determinar la presencia de bifenilos policlorados (PCBs) en suelos aledaños a las sub estaciones eléctricas por Cromatografía de Gases.
- Verificar y cuantificar el nivel de contaminación de los suelos aledaños a las sub estaciones eléctricas.
- Evaluar los resultados y compararlos con los límites máximos permisibles en los Estándares de Calidad Ambiental de Suelos (ECAS).

### **3.2.3. Hipótesis**

Los suelos de zonas aledañas a sub estaciones eléctricas de las ciudades de Chiclayo, Chincha y Chimbote presentan contaminación por Bifenilos Policlorados (PCBs) que superan los límites máximos permisibles según las ECAS.

### **3.2.4. Justificación e importancia del estudio**

En nuestro país se está empezando con la erradicación de aceites dieléctricos contaminados con PCB según el Proyecto Manejo y Disposición Ambiental Racional de PCB en el Perú organizado por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) y la Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (UNIDO) planteando como fecha límite para la erradicación de estos hasta el año 2028, durante este periodo los aceites dieléctricos que se manejan en las estaciones eléctricas serán removidos de equipos en funcionamiento y almacenados en las sub estaciones eléctricas para su futura disposición lo que puede generar contaminación cruzada por el derrame de aceites contaminados durante su transporte.

La organización mundial de la salud (OMS) ha catalogado los PCBs como carcinógenos para animales y humanos. Ello ha hecho que sean incluidos en los listados de contaminantes prioritarios del medio ambiente.

La importancia de determinar la presencia de suelos contaminados con PCB es primordial ya que estos se desplazan con mucha facilidad por el aire o puede filtrarse con las lluvias hasta el subsuelo.

Las sub estaciones eléctricas de las ciudades de Chimbote, Chincha y Chiclayo son la segunda, tercera y cuarta respectivamente en el orden de ciudades a nivel nacional con más equipos contaminados con aceites dieléctricos que contienen PCBs por lo cual es importante determinar la posible contaminación de suelos en las zonas aledañas.

La metodología específica para determinar PCBs es la técnica de Cromatografía Gaseosa con detector de captura de electrones (ECD). Las principales ventajas de esta metodología se centran en su selectividad y sensibilidad a bajas concentraciones (ppm y ppb) de los Bifenilos Policlorados en diferentes matrices como aguas, suelos, sedimentos o aceites.



## 4. Marco teórico

### 4.1. Antecedentes

Pittsfield, ubicado al oeste de Massachusetts, fue el hogar de los transformadores y condensadores de la empresa General Electric (GE) en la década de los 1980. El equipo de generación eléctrica construido y reparado en Pittsfield alimenta la red eléctrica de toda la nación. Aceite contaminado con PCB migró rutinariamente de 254 acres de GE hasta la planta industrial ubicada en el mismo centro de la ciudad luego esta se filtró hacia el agua subterránea circundante cerca del lago de plata y hasta el río Housatonic que fluye a través de Massachusetts, Connecticut y hacia abajo para Long Island.(US Environmental Protection Agency 2016)

La Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. encontró que en la localidad de Akron al suroeste de Ohio, en la década de 1970, Summit Equipment & Supplies Incorporation se dedicaba a la fundición de los transformadores eléctricos dentro de un horno, con frecuencia la quema de los aceites que utilizaban como combustible contenían PCB.En la actualidad los PCB se encuentran en el suelo en un parque público. En Akron, Ohio el suelo estaba contaminado con PCB y los humos nocivos cargados había sido puesto en el aire por una operación de construcción eléctrica de los transformadores durante las décadas de 1930 hasta 1960. (US Environmental Protection Agency -2014)

La empresa italiana Caffaro, con sede en Brescia Italia, especializada en la producción de PCB durante los años 1938 al 1984.La contaminación resultante de esta fábrica es uno de mayores casos conocidos en el mundo de la contaminación por PCB en el agua y el suelo, en términos de la cantidad de sustancia tóxica dispersado, el tamaño de la zona contaminada, el número de personas involucradas y la duración de la producción.

Los valores reportados por la autoridad local de salud (ASL) de Brescia desde 1999 son 5000 veces superiores a los límites establecidos por el Decreto Ministerial 471/1999 (niveles permitidos para zonas residenciales (0.001 mg/kg) (Turrio, L., 2008)

Uno de los mayores derrames de PCB deliberados en la historia de Estados Unidos fue el que cometieron los dueños de Ward Transformer Company se produjo en el verano de 1978, cuando 31.000 litros de aceite contaminado con PCB fueron rociados ilegalmente en hileras a lo largo de los bordes de las carreteras de alrededor de 240 millas (390 kilómetros) de Carolina del Norte. El crimen, conocido como "los vertidos de medianoche"

El vertido ilegal se cree que ha sido motivado por el paso de los Toxic Substances Control Act (TSCA), que entró en vigor el 2 de agosto 1978 y aumentaron los gastos de eliminación de residuos químicos. (AFTON, N.C., 1982)

Un caso de contaminación de suelos por PCBs es el de la Isla Resolución en Canadá. BAF-5 se encuentra en la cima de la Isla Resolución. El sitio era parte de un sistema de defensa un militar norteamericano establecida en la década de 1950 que llegó a ser muy contaminado con PCBs durante y sus posteriores años de funcionamiento. Tras el abandono del sitio, aproximadamente 8.000 kg de PCBs (Aroclor 1260) se mantuvo en el BAF-5, con un estimado 4000 kg (predominantemente en aceite) que se retiró en 1999. (Polonia et al., 2001).

Monsanto fabrico PCB en su planta química en Newport (Gales del Sur) hasta mediados y finales de la década de 1970. Durante este período, la materia de desecho, incluidos los PCB, fueron volcados en una cantera abandonada cerca de Groes - faen, al oeste de Cardiff, de donde se siguió lanzado las descargas de aguas residuales. (Hughes, J. Thomas, Pat., 2007)

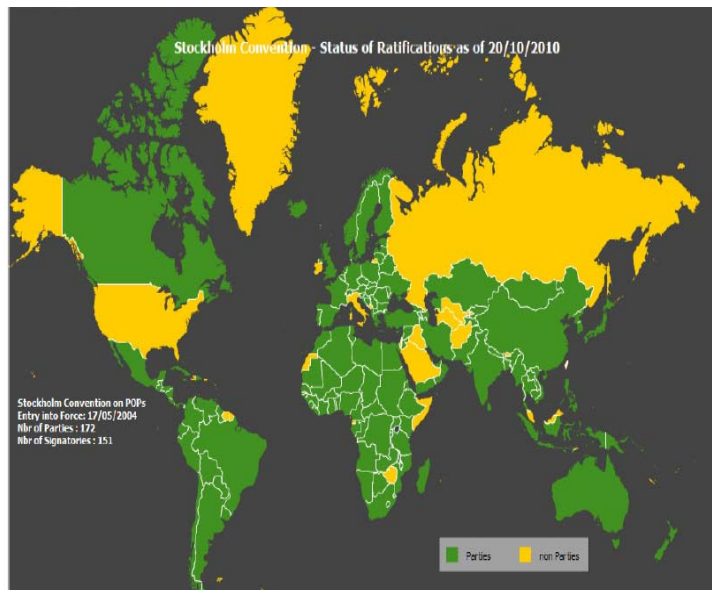
La metodología instrumental esta estandarizada internacionalmente para el análisis de PCBs por Cromatografía de gases. En el Great Lakes Environmental Research Laboratory National Oceanic and Atmospheric Administration en Michigan Estados Unidos se realizó la cuantificación de PCBs obteniendo concentraciones de 1ng/ml hasta 100 ng/ml para la cuantificación como congéneres y un % de recuperación del 50%-130 % del estándar surrogado. (Van Hoof, P., Hsieh, J. 1996)

## 4.2. Generalidades

### 4.2.1. Convenio de Estocolmo

El año 2001 se firmó el Convenio de Estocolmo que es el gran primer tratado internacional para proteger la salud humana y el medio ambiente de ciertos contaminantes persistentes. Entró en vigor el 17 de mayo del 2004 y fue firmado por 151 países, casi todos los de la unión europea y otros países involucrados en la contaminación de suelos como la China y la India.

Los países firmantes deben comprometerse a implementar medidas de control de uso, producción, almacenamiento y eliminación de determinados contaminantes orgánicos de elevada toxicidad y persistencia. Los contaminantes orgánicos persistentes (COPs) se caracterizan por bioacumularse y permanecer inalterados durante largos periodos de tiempo lo que ha propiciado su distribución por todo el planeta. Los problemas causados por exposición a los COPs son algunos tipos de cáncer, efectos teratogénicos, disfunciones del sistema inmune, reproductor y nervioso y una susceptibilidad a otras enfermedades.



**Figura 3. Estado de ratificación del Tratado de Estocolmo. Con fecha 20-10-2010. 151 países habían ratificado el texto (verde). Frente a 172 posibles. Los 21 países que faltan aparecen en amarillo. Fuente: Tratado de Estocolmo (<http://chm.pops.int/>)**

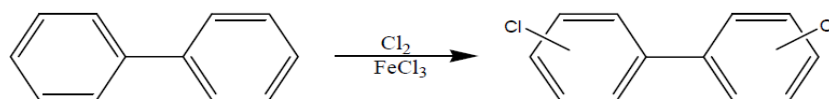
**Tabla 1. Compuestos Orgánicos Persistentes del Tratado de Estocolmo 2001**

Compuesto	Uso	Categoría
Aldrina	Plaguicida	A
Clordano	Plaguicida	A
Endrina	Plaguicida	A
Heptacloro	Plaguicida	A
Mirex	Plaguicida	A
DDT	Plaguicida	B
Dieldrina	Plaguicida	A
Toxafeno	Plaguicida	A
Hexaclorobenceno	Fungicida y subproducto industrial	A y C
Bifenilos Policlorados (PCBs)	Industrial	A y C
Dioxinas dibenzo-p-policloradas (PCDDs)	Subproducto de combustiones incompletas (incineradoras y tráfico motorizado),	C
Dibenzofuranos policlorados (PCDFs)	manufactura de pesticidas y otras sustancias cloradas como PCBs.	C

#### 4.2.2. Bifenilos policlorados

Los PCBs son conjuntos de moléculas antropogénicas con 1-10 átomos de cloro anclados a un esqueleto bifenilo (dos anillos bencénicos unidos por un enlace simple C1-C1'), lo que da lugar a un total de 209 congéneres. Estos xenobióticos se caracterizan por su extraordinaria estabilidad, lo que explica, junto con otras propiedades, su inclusión en el tratado de Estocolmo. Por dicha estabilidad y su escasa conductividad eléctrica, los PCBs han sido empleados para gran variedad de aplicaciones industriales: fluidos refrigerantes y aislantes, estabilizantes en plásticos, pinturas y barnices, retardantes de llama, lubricantes, aditivos de plaguicidas, adhesivos, impermeabilizantes, etc. Los PCBs comenzaron a comercializarse en los años 20 (Monsanto adquirió la licencia en 1929) y su uso se fue prohibiendo a lo largo de los años 70, por sus efectos nocivos demostrados sobre la salud. La producción mundial llegó a ser de 1.5 millones de toneladas anuales (Furukawa 2000)

Su síntesis se realiza mediante la cloración catalítica de bifenilos obteniendo como producto una mezcla compleja de isómeros con distinto porcentaje de átomos de cloro en la molécula (Figura 5), de este modo se producen hasta 209 compuestos llamados congéneres.



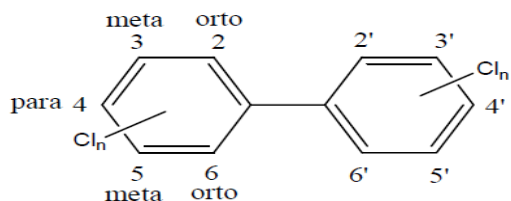
**Figura 4. Reacción Catalítica para obtención de PCBs a partir de bifenilos**

Los congéneres se clasifican, según la IUPAC, en homólogos de acuerdo a la cantidad de átomos de cloro que presenta la molécula y estos se pueden subdividir en isómeros indicando la posición del átomo de cloro (Tabla 2).

**Tabla 2. Ejemplos de congéneres, homólogo y algunos isómeros de la molécula de Diclorobifenilo**

Congénere	Homologo	Isómeros
$C_{12}H_8Cl_2$	Diclorobifenilo	2,2'-Diclorobifenilo
		2,6-Diclorobifenilo
		2,5'-Diclorobifenilo

La fórmula molecular de los PCBs es  $C_{12}H_{10-n}Cl_n$ , siendo “n” el número de átomos de cloro de cada congénere, pudiendo ser éste un número entre 1 y 10, en la Tabla 2 las fórmulas y masas moleculares de los respectivos congéneres de PCBs, además de la cantidad de isómeros y su respectivo porcentaje de cloro. Su estructura básica se muestra en la Figura 2. Tienen una masa molecular relativa entre 189 y 499  $g \cdot mol^{-1}$ .



**Figura 5. Estructura básica de los PCBs**

Comercialmente, las mezclas de PCBs se han distribuido bajo diferentes nombres, por ejemplo: Aroclor (U.S.A., U.K.), Pheneclor (Fr), Clophen (Ger), Pyralene (Fr), Kanechlor (Jap), entre otros.

**Tabla 3. Nombre, fórmula molecular, N° de isómeros, N° IUPAC, masa molecular y porcentaje de cloro de las moléculas de PCBs**

	Formula Molecular	N° Isómeros	Número IUPAC	Masa Molecular	% Cloro
Monoclorobifenilo (CBp)	C <sub>12</sub> H <sub>9</sub> Cl	3	1-3	188,7	18.79
Diclorobifenilo (DCBp)	C <sub>12</sub> H <sub>8</sub> Cl <sub>2</sub>	12	4-15	233,1	31.77
Triclorobifenilo (TCBp)	C <sub>12</sub> H <sub>7</sub> Cl <sub>3</sub>	24	16-39	257,5	41.30
Tetraclorobifenilo (TECBp)	C <sub>12</sub> H <sub>6</sub> Cl <sub>4</sub>	42	40-81	292,0	48.65
Pentaclorobifenilo (PeCBp)	C <sub>12</sub> H <sub>5</sub> Cl <sub>5</sub>	46	82-127	326,4	54.30
Hexaclorobifenilo (HCBp)	C <sub>12</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>6</sub>	42	128-169	360,9	58.93
Heptaclorobifenilo (HeCBp)	C <sub>12</sub> H <sub>3</sub> Cl <sub>7</sub>	24	170-193	395,3	62.77
Octaclorobifenilo (OCBp)	C <sub>12</sub> H <sub>2</sub> Cl <sub>8</sub>	12	194-205	429,8	65.98
Nonaclorobifenilo (NCBp)	C <sub>12</sub> HCl <sub>9</sub>	3	206-208	464,2	68.73
Decaclorobifenilo (DeCBp)	C <sub>12</sub> Cl <sub>12</sub>	1	209	498,7	71.10

Una de las mezclas comerciales más usadas es el Aroclor, esta es una mezcla técnica de PCBs con diferentes niveles de cloración, que fue producida en USA por “Monsanto Chemicals”, entre los años 1930 y 1977, el cual se encuentra identificado mediante un número de cuatro dígitos, los dos primeros indican el número de átomos de carbonos de la molécula de bifenilo, mientras que los dos últimos dígitos indican el porcentaje (en masa) de cloro en la mezcla. En la Tabla 3 se puede observar la composición en masa de los distintos congéneres de PCBs de 3 mezclas de Aroclor. (S. U. Ahmad et al, 2003; Borja, et al., 2005, Field, A. et al 2007).

**Tabla 4. Composición porcentual de 9 homólogos de PCBs en las mezclas técnicas de Aroclor (en %)**

Aroclor	CBp	DCBp	TCBp	TeCBp	PeCBp	HCBp	HeCBp	OCBp	NCBp
1242	0,3	14,7	42,1	33,9	8,1	0,8	0,1	-	-
1254	-	0,5	0,7	18,3	55,6	22,0	2,5	0,4	-
1260	-	0,1	0,3	0,9	9,9	43,5	36,1	8,3	0,9

Fuente (Breivik, K. et al. 2002)

## **Propiedades**

Las propiedades de los PCBs dependen del grado de cloración que estos presenten, así las moléculas levemente cloradas tales como CBp, DCBp, TCBp y TeCBp tienden a ser líquidos oleosos e incoloros, los PeCBp son pesados y de aspecto viscoso muy similar a la miel, mientras que los altamente clorados (desde HCBp hasta DeCBp) son sustancias con aspecto de grasa o cera. Son pobremente soluble en agua (solubilidad CBp 5,9 mg·L<sup>-1</sup> y la solubilidad de DeCBp 0,015 mg·L<sup>-1</sup>) pero extremadamente soluble en grasas, aceites, hidrocarburos y otros compuestos orgánicos, debido a este carácter lipofílico son capaces de bioacumularse en las células introduciéndose de esta manera en la cadena alimenticia (Mandalakis, M. et al, 2008; Borja, J. et al, 2005).

## **Usos**

Debido a su alta estabilidad química, baja volatilidad, alta constante dieléctrica y alta resistencia a la descomposición térmica, durante mucho tiempo, los PCBs, fueron usados en un amplio rango de aplicaciones industriales como: aceites en transformadores, sistemas de transferencia de calor hidráulicos, capacitores y transformadores eléctricos. También fueron ampliamente usados en lubricantes para bombas y turbinas, en la formulación de aceite de corte para el tratamiento de metales, además en aplicaciones como plastificantes, recubrimientos, aislantes y adhesivos, pesticidas, tintas, colorantes y ceras por nombrar algunos (Borja et al., 2005; Mandalakis et al, 2008).

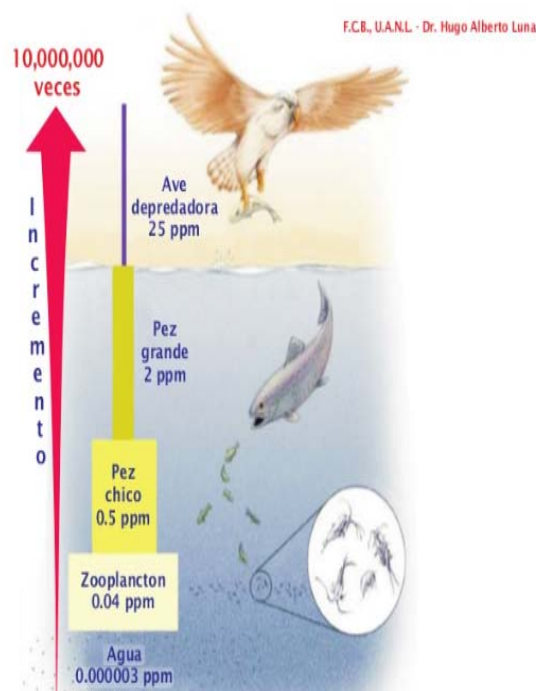
## **Fuentes de PCBs**

Aunque no se conocen fuentes naturales de PCBs, estos contaminantes se pueden encontrar en diversas matrices medioambientales como por ejemplo en suelos, agua, aire y sedimentos de ríos, lagos y mares. Estos compuestos llegan al ambiente durante su producción, uso o eliminación de estos, desde derrames o fugas accidentales durante su transporte, y desde fugas o incendios de productos que contienen PCBs. Por último, los PCBs pueden viajar largas distancias, es por esta razón que se pueden encontrar en áreas alejadas al lugar de liberación.

## Efectos en la salud

Organizaciones como el departamento of health and human service (DHHS), la international agency for research on cáncer (IARC), la EPA o la organización mundial de la salud (OMS) han catalogado los PCBs como carcinógenos para animales y humanos. Ello ha hecho que sean incluidos en los listados de contaminantes prioritarios y de contaminantes del agua potable realizadas por la EPA (2008), y que estén en los primeros puestos de la lista de sustancias peligrosas prioritarias de la ATSDR ([www.atsdr.cdc.gov/cercla/07list.html](http://www.atsdr.cdc.gov/cercla/07list.html)).

Los PCBs ingresan al organismo humano via ingesta, inhalacion o dermica. Se transmite a travez de la leche materna o por la placenta.



**Figura 6. Biomagnificación acuática**

Actualmente hay estudios que pueden medir la cantidad de este contaminante en el organismo y de esta forma diagnosticar en forma mas acertada a quienes se vean expuestas. Son muchos los males que puede causar, como acne clorica



(cloracne), foliculitis, hiperpigmentacion, hepatomegalia, neuropatia periferica y de disminuir la inmunidad.

Puede incrementar el riesgo de sufrir linfoma de No Hodgkin, diabetes y enfermedades al hígado.

Históricamente se han registrado dos grandes casos de intoxicación por PCBs uno en Japón y el otro en Taiwán, donde los principales efectos producidos por esta exposición, en ambos casos, fueron: hipersecreción de las glándulas meibomianas (lacrimales), inflamación de los párpados y pigmentación de las uñas y mucosas, acompañado de cansancio, nauseas, y vómitos. Además se observaron edemas en brazos y piernas, aumento del tamaño del hígado y trastornos hepáticos, alteraciones en el sistema nervioso central, problemas respiratorios y cambios en el sistema inmunológico.

#### **4.2.3. Límites Máximos Permisibles**

Los países que firmaron el convenio de Estocolmo están comprometidos a establecer límites máximos permisibles de contaminación por PCBs en matrices biológicas y ambientales, para su monitoreo constante y disposición cuando corresponda.

Así vemos por ejemplo que la legislación de México por medio del Instituto Nacional de Ecología reporta como límites máximos permisibles para suelos lo siguiente:

Suelo agrícola 0.5 ppm  
Suelo residencial 5 ppm  
Suelo industrial 25 ppm

En Canadá por medio del Ministerio del Ambiente de Ontario reporta como límites máximos permisibles para suelos:

Suelo agrícola 0.5 ppm  
Suelo residencial 5 ppm  
Suelo industrial 25 ppm

En el Perú se estableció los límites máximos permisibles según Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM y se publicó en el diario El Peruano el año 2013.

N°	Parámetros	Usos del Suelo		
		Suelo Agrícola	Suelo Residencial/ Parques	Suelo Comercial/ Industrial/ Extractivos
I	Orgánicos			
1	Benceno (mg/kg MS)	0,03	0,03	0,03
2	Tolueno (mg/kg MS)	0,37	0,37	0,37
3	Etilbenceno (mg/kg MS)	0,082	0,082	0,082
4	Xileno (mg/kg MS)	11	11	11
5	Naftaleno (mg/kg MS)	0,1	0,6	22
6	Fracción de hidrocarburos F1 (C5-C10) (mg/kg MS)	200	200	500
7	Fracción de hidrocarburos F2 (C10-C28) (mg/kg MS)	1 200	1 200	5 000
8	Fracción de hidrocarburos F3 (C28-C40) (mg/kg MS)	3 000	3 000	6 000
9	Benzo(a) pireno (mg/kg MS)	0,1	0,7	0,7
10	Bifenilos policlorados - PCB (mg/kg MS)	0,5	1,3	33
11	Aldrin (mg/kg MS) <sub>m</sub>	2	4	10
12	Endrin (mg/kg MS) <sub>m</sub>	0,01	0,01	0,01
13	DDT (mg/kg MS) <sub>m</sub>	0,7	0,7	12
14	Heptacloro (mg/kg MS) <sub>m</sub>	0,01	0,01	0,01

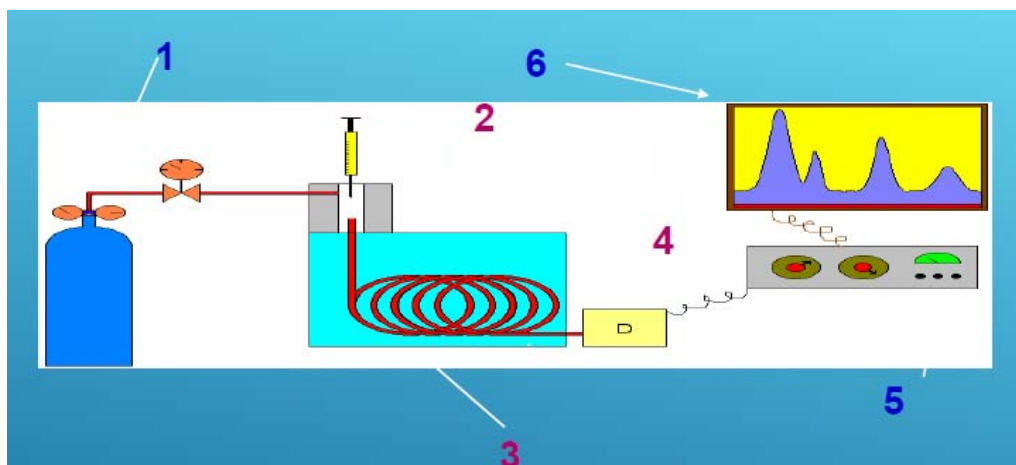
**Tabla 5. Límites máximos permisibles para PCBs en suelos publicado en el diario El Peruano el 25 de marzo del 2013**

#### 4.2.4. Cromatografía de Gases (GC)

La cromatografía de gases es una técnica cromatográfica en la que la muestra se volatiliza y se inyecta en la cabeza de una columna cromatográfica. La elución se produce por el flujo de una fase móvil de gas inerte. A diferencia de los otros tipos de cromatografía, la fase móvil no interactúa con las moléculas del analito; su única función es la de transportar el analito a través de la columna. (Rubinson, K. A.; Rubinson, J. F., 2001).

La fase estacionaria es sólida y la retención de los analitos en ella se produce mediante el proceso de adsorción. Cada analito presente en la muestra tiene una afinidad diferente hacia la fase estacionaria, lo que permite su separación. Como consecuencia de esta diferencia de movilidad, los componentes se separan en bandas que pueden analizarse tanto cualitativa como cuantitativamente mediante el empleo de un detector apropiado.

GC es aplicable para separación y análisis de muestras cuyos constituyentes tengan puntos de ebullición de hasta 300°C y que sean térmicamente estables.



**Figura 7. Partes del Cromatógrafo de Gases**

- 1 - Cilindro de Gas y Controles de Vacío / Presión.
- 2 - Inyector (Vaporizador) de Muestra.
- 3 - Columna Cromatográfica y Horno de Columna.
- 4 - Detector.
- 5 - Electrónica de Tratamiento (Amplificación) de Señal.
- 6- Registro de Señal (Registrador analógico o Computador digital).

#### **4.2.4.1. Partes del cromatógrafo de gases**

##### **a) Gas portador**

El gas portador cumple básicamente dos propósitos: Transportar los componentes de la muestra, y crear una matriz adecuada para el detector. Un gas portador debe reunir ciertas condiciones:

El gas portador debe ser un gas inerte, para prevenir su reacción con el analito o la columna. Generalmente se emplean gases como el helio, argón, nitrógeno, hidrógeno o dióxido de carbono, y la elección de este gas en ocasiones depende del tipo de detector empleado

La pureza de los gases es sumamente importante, se requieren 99.995 % de pureza. Sin embargo, debido al cuidado que se debe tener con la fase activa de la columna, se hace completamente necesario la instalación de trampas a la entrada del Gas carrier, estas trampas obviamente tienen una capacidad limitada, pero

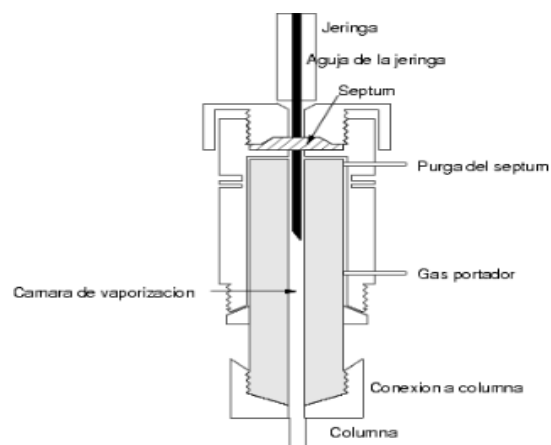
son importantísimas al momento de usar el Cromatógrafo. Estas trampas evitan el ingreso de Hidrocarburos, agua, CO entre otros.

### b) Inyector

La inyección de muestra El método más utilizado emplea una microjeringa (de capacidades de varios microlitros) para introducir el analito en una cámara de vaporización instantánea. Esta cámara está a 50 °C por encima del punto de ebullición del componente menos volátil, y está sellada por una junta de goma de silicona septa o septum.

El volumen de inyección de muestra para una columna capilar es menor a 1  $\mu\text{L}$ , dependiendo del tipo de columna capilar (ya que existen columnas con distinto diámetro interno) es que si se utiliza todo el volumen de muestra inyectado. Para obtener menor cantidad de volumen, se utiliza un divisor de flujo (la inyección se conoce como modo "Split") a la entrada de la columna que desecha parte del analito introducido. Si se utiliza todo el volumen de muestra la inyección es de tipo "Splitless". El modo Splitless, se empleó más para determinar pequeñas cantidades o trazas (determinaciones ambientales).

Si se inyecta 1 microlitro de solvente, por ejemplo agua al pasar a la fase vapor su volumen se multiplicará por mil. Es decir, un microlitro de agua pasaría a ser 1 mL de agua en gas, como el volumen del puerto de inyección es limitado, se emplean split pulsado u otras configuraciones para garantizar el ingreso adecuado de las muestras.



**Figura 8. Partes del Inyector**

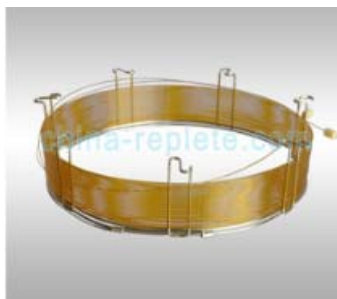
### c) COLUMNAS

En GC se emplean columnas capilares. La longitud de estas columnas es variable, de 2 a 60 metros, y están construidas en acero inoxidable, vidrio, sílice fundida o teflón cuyas paredes internas están recubiertas con una película fina (fracción de  $\mu\text{m}$ ) de Fase estacionaria sólida. Las más usadas son de 0.25 mm y 0.32 mm de diámetro interno.

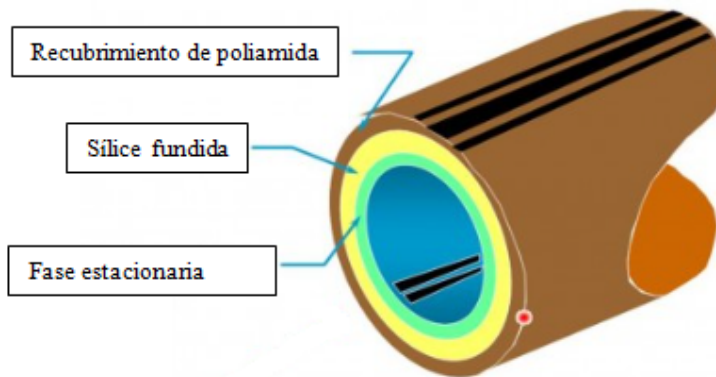
Debido a su longitud y a la necesidad de ser introducidas en un horno, las columnas suelen enrollarse en una forma helicoidal con longitudes de 10 a 30 cm, dependiendo del tamaño del horno.

Según los analitos que deseamos identificar seleccionamos la fase estacionaria de la columna capilar, las comerciales son:

- Polidimetilsiloxano, fase no polar de uso general para hidrocarburos, aromáticos, polinucleares, drogas, esteroides y PCB.
- Poli(fenilmetildifenil)siloxano (10% fenilo), para ésteres metílicos de ácidos grasos, alcaloides, drogas y compuestos halogenados.
- Poli(fenilmetil)siloxano (50% fenilo), para drogas, esteroides, pesticidas y glicoles.
- Poli(trifluoropropildimetil)siloxano, para aromáticos clorados, nitroaromáticos, bencenos alquilsustituídos.
- Polietilenglicol, sirve para compuestos polares, también para compuestos como glicoles, alcoholes, éteres, aceites esenciales.
- Poli(dicianoalildimetil)siloxano, para ácidos grasos poliinsaturados, ácidos libres y alcoholes.



**Figura 9. Columna capilar**



**Figura 10. Vista expandida de tubo capilar**

#### **d) HORNO**

La temperatura es una variable importante, ya que de ella va a depender el grado de separación de los diferentes analitos. Para ello, debe ajustarse con una precisión de décimas de grado. Dicha temperatura depende del punto de ebullición del analito o analitos, como también la máxima temperatura de funcionamiento de la columna (fase estacionaria), y por lo general se ajusta a un valor igual o ligeramente superior a él. Para estos valores, el tiempo de elución va a oscilar entre 2 y 30-40 minutos. Si tenemos varios componentes con diferentes puntos de ebullición, se ajusta la llamada rampa de temperatura con lo cual ésta va aumentando ya sea de forma continua o por etapas. En muchas ocasiones, el ajustar correctamente la rampa puede significar separar bien o no los diferentes analitos. Es recomendable utilizar temperaturas bajas para la elución ya que aunque a mayor temperatura la elución es más rápida, se corre el riesgo de descomponer el analito. Se puede programar la rampa tanto para aumentar como para disminuir la temperatura del horno para que no haya solapamiento de los picos.

#### **e) DETECTORES**

Dispositivos que registran el arribo de los componentes separados a medida que salen de la columna, generando una señal eléctrica.

Las características de un detector ideal son:

- Sensibilidad: Es necesario que pueda determinar con precisión cuándo sale analito y cuando sale sólo el gas portador.
- Respuesta lineal al analito con un rango de varios órdenes de magnitud.
- Tiempo de respuesta corto, independiente del caudal de salida.
- Intervalo de temperatura de trabajo amplio, por ejemplo desde temperatura ambiente hasta unos 350-400 °C, temperaturas típicas trabajo.
- Estabilidad y reproducibilidad, es decir, a cantidades iguales de analito debe dar salidas de señal iguales.

Algunos tipos de detectores:

Detector de ionización de llama (FID): genera señal por los iones generados durante la combustión de los eluatos en una llama de H<sub>2</sub> + N (Rubinson, K. A.; Rubinson, J. F., 2001).

Detector de conductividad térmica (TCD): genera señal por la variación de conductividad térmica del gas de arrastre (Rubinson, K. A.; Rubinson, J. F., 2001).

Detector Espectrométrico de Masas (MS): Generan señal para cualquier sustancia eluida. (Rubinson, K. A.; Rubinson, J. F., 2001).

Detector de captura de electrones (ECD): genera señal por la supresión de corriente causada por la absorción de electrones por eluatos altamente eletrofílicos. (Pang, G.-F. et al., 2006) (Kotretsou, S. I. et al., 2006)

En esta sección se indican las características y aplicaciones del detector ECD, debido a que es el detector empleado en este trabajo.

### **DETECTOR DE CAPTURA DE ELECTRONES (ECD)**

El detector de captura de electrones es un tipo de detector utilizado en cromatografía de gases. Fue inventado por James Lovelock. Su funcionamiento básico se basa en la emisión de una partícula  $\beta$  (electrón) por parte de átomos como el <sup>63</sup>Ni o tritio adsorbido sobre una placa de platino o titanio.

Típicamente, un ECD (electron capture detector) contiene unos 5 millicurios de emisor  $\beta$ . Dicho electrón ioniza el gas portador y se produce una ráfaga de electrones. Si se aplica un campo eléctrico constante, mediante un par de electrodos, por ejemplo, se tendrá una corriente constante entre ambos, del orden

de un nanoamperio. Sin embargo, si se tienen especies orgánicas en el gas, éstas capturarán parte de los electrones, disminuyendo por tanto la intensidad de la corriente. Normalmente es necesario aplicar el potencial en forma de impulsos para lograr una respuesta lineal del detector. (Pang, G.-F. et al., 2006)

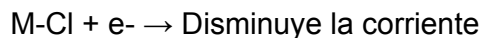
Este detector es muy selectivo, y es sensible a la presencia de moléculas con grupos electronegativos como halógenos, peróxidos, quinonas y grupos nitro, grupos que contienen átomos de halógeno (cloro, bromo, yodo), oxígeno y nitrógeno. Otros grupos como el alcohol, amina e hidrocarburos no dan señal.

Se aplica en la detección de moléculas que contienen halógenos, principalmente cloro, como algunos insecticidas o bifenilos policlorados (Kotretsou, S. I. et al., 2006)

## **REACCIONES EN CAPTURA DE ELECTRONES**



Genera una corriente constante (línea base)



Los compuestos que absorben electrones reaccionan con los electrones térmicos disminuyendo la corriente del detector.

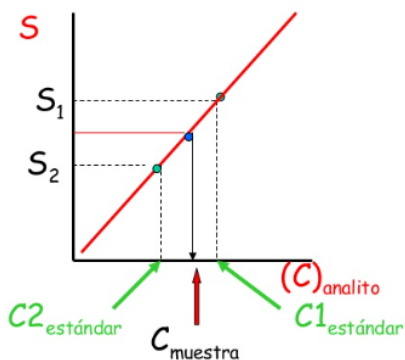
### **4.2.5. Métodos de calibración**

Para cromatografía tenemos dos métodos de calibración

#### **4.2.5.1. Calibración por estándar externo**

Se construye una curva de calibración con estándares de concentraciones conocidas. Se cuantifica la concentración del analito en la muestra por comparación de la señal obtenida con la de los estándares.





**Figura 11. Gráfica del método de calibración con estándar externo**

**4.2.5.2. Calibración por estándar interno**

Se utiliza como estándar interno una sustancia distinta al analito de interés y que de señal en un tiempo distinto para que no se solapen.

Se agrega una cantidad igual del estándar interno a la curva de calibración y a las muestras de modo de tener la misma concentración del estándar en todos los niveles de la curva de calibración y de este modo se pueda cuantificar el área de las señales del estándar interno y de los analitos de interés.

Luego se calcula el factor de respuesta relativo.

Así para analizar una muestra problema se le adiciona la misma cantidad y a la misma concentración el estándar interno para luego medir el área de la señal del componente a cuantificar y compararla con la del estándar interno que se ven relacionados inversamente proporcionales.



**Figura 12. Gráfica del método de calibración con estándar interno**

## 5. Materiales y métodos

La metodología que aplicaremos para la determinación de PCBs en los suelos será la EPA 8082 A que los clasifica como Arocloros y Congéneres.

### 5.1. Reactivos

Arocloro 1016 marca Accustandard de 1000 ppb

Arocloro 1221 marca Accustandard de 1000 ppb

Arocloro 1242 marca Accustandard de 1000 ppb

Arocloro 1232 marca Accustandard de 1000 ppb

Arocloro 1248 marca Accustandard de 1000 ppb

Arocloro 1254 marca Accustandard de 1000 ppb

Arocloro 1260 marca Accustandard de 1000 ppb

2 – clorobifenil marca Accustandard de 5000 ppb

2, 3 – Diclorobifenil marca Accustandard de 5000 ppb

2, 2', 5 – triclorobifenil marca Accustandard de 5000 ppb

2, 4', 5 – Triclorobifenil marca Accustandard de 5000 ppb

2, 2', 3, 5' - Tetraclorobifenil marca Accustandard de 5000 ppb

2, 2', 5, 5' - Tetraclorobifenil marca Accustandard de 5000 ppb

2, 2', 4, 4' - Tetraclorobifenil marca Accustandard de 5000 ppb

2, 2', 3, 4, 5' - Pentaclorobifenil marca Accustandard de 5000 ppb

2, 2', 4, 5, 5' - Pentaclorobifenil marca Accustandard de 5000 ppb

2, 3, 3', 4', 6 – Pentaclorobifenil marca Accustandard de 5000 ppb

2, 2', 3, 4, 4', 5' - Hexaclorobifenil marca Accustandard de 5000 ppb

2, 2', 3, 4, 5, 5' - Hexaclorobifenil marca Accustandard de 5000 ppb

2, 2', 3, 5, 5', 6 - Hexaclorobifenil marca Accustandard de 5000 ppb

2, 2', 4, 4', 5, 5' - Hexaclorobifenil marca Accustandard de 5000 ppb

2, 2', 3, 3', 4, 4', 5 – Heptaclorobifenil marca Accustandard de 5000 ppb

2, 2', 3, 4, 4', 5, 5' - Heptaclorobifenil marca Accustandard de 5000 ppb

2, 2', 3, 4, 4', 5', 6 - Heptaclorobifenil marca Accustandard de 5000 ppb

2, 2', 3, 4', 5, 5', 6 - Heptaclorobifenil marca Accustandard de 5000 ppb

2, 2', 3, 3', 4, 4', 5, 5', 6 - Nonaclorobifenil marca Accustandard de 5000 ppb

Decaclorobifenil marca Accustandard de 5000 ppb

Tetracloro-m-xileno marca Accustandard de 10000 ppb

Acetona grado cromatografico marca J Baker

Hexano grado cromatografico marca J Baker

Columna de limpieza de flurosil marca Strata código SPE Phase: 8B-S001-JCH  
Sulfato de sodio anhidro grado P A marca Merck  
Nitrógeno gas extra puro 99,995% AGA.

## 5.2. Equipos

Cromatógrafo de gases Varian CP3800  
Detector de captura de electrones ECD Varian  
Soxhlet automático marca ARA  
Balanza analítica marca Ohaus ( $\pm 0.0001$  g) precisa  
Incubadora marca VWR.  
Manifold marca Supelco.

## 5.3. Materiales

Columna capilar Phenomenex ZB-1701P de 30 m, diámetro interno de 0.25 mm y tamaño de película de 0.25  $\mu$ m.  
Conexiones Supelco (férulas, tornillos, uniones, fritas)  
Viales ámbar de 2 ml,  
Matraces aforados de 5 ml marca Brand  
Micropipetas marca Brand de 10  $\mu$ L, 100  $\mu$ L, 200  $\mu$ L y 1000  $\mu$ L  
Tips marca Brand de 10  $\mu$ L, 100  $\mu$ L, 200  $\mu$ L y 1000  $\mu$ L  
Tamiz de 20 mm de poro marca Still  
Dedales de celulosa mara Crimp

## 5.4. Muestras

Para efectuar el análisis de PCBs, se realizó un muestreo en las zonas aledañas a las sub estaciones de las ciudades de Chiclayo, Chimbote y Chincha las que se identificaron como: sub estación eléctrica Santa Rosa, sub estación eléctrica Chimbote 1 y sub estación eléctrica El Pedregal respectivamente.  
Se tomaron 4 muestras y 1 un duplicado por cada sub estación eléctrica.

**Tabla 6. Coordenadas de los puntos de muestreo.**

Sub Estación eléctrica El Pedregal	14° 02' 53" Latitud Sur 75° 44' 52" Longitud Oeste
Sub Estación eléctrica Chimbote 1	9° 00' 28" Latitud Sur 78° 33' 27" Longitud Oeste
Sub Estación eléctrica Santa Rosa	6° 46' 57" Latitud Sur 79° 52' 5" Longitud Oeste

### 5.4.1. Recolección y preservación

Las muestras fueron colectadas según La Guía para muestreo de suelos del Ministerio del Ambiente (MINAM) versión 2014.

Las muestras fueron obtenidas a nivel superficial (0 – 20 cm) y colectadas en frascos de vidrio ámbar de 250 ml con tapa recubierta de PTFE.

Fueron transportadas en cadena de frío hasta su posterior análisis.

**Tabla 7. Profundidad de muestreo según la guía para muestreo de suelos del Ministerio del Ambiente (MINAM) versión 2014.**

Usos del suelo	Profundidad del muestreo (capas)
Suelo Agrícola	0 – 30 cm (1)
	30 – 60 cm
Suelo Residencial/Parques	0 – 10 cm (2)
	10 – 30 cm (3)
Suelo Comercial/Industrial/Extractivo	0 – 10 cm (2)

**Tabla 8. Condiciones de muestreo y preservación de las muestras según la guía para muestreo de suelos del Ministerio del Ambiente (MINAM) versión**

**2014**

PARÁMETRO	TIPO DE RECIPIENTE	TEMPERATURA DE PRESERVACIÓN	TIEMPO MÁXIMO DE CONSERVACIÓN
Compuestos Orgánicos Volátiles COV's.	Frasco de vidrio boca ancha, con tapa y sello de teflón.	4º C.	14 días.
BTEX.			
Hidrocarburos Fracción Ligera			
Hidrocarburos Fracción Media			
Hidrocarburos Fracción Pesada			
Compuestos Orgánicos Semivolátiles COSV's y Plaguicidas.			
Metales Pesados y Metaloides.	Bolsas de polietileno densa.	Sin restricciones.	Sin restricciones.
Mercurio (Hg).	Frasco de vidrio con tapa de teflón que asegure la integridad de las muestras hasta su análisis.	4º C.	14 días.
PCB.	Viales de vidrio con cierre de Teflón.	4º C.	14 días.
PAH.	Viales de vidrio con cierre de Teflón.	4º C.	14 días.

### 5.5. Preparación de muestras

La preparación de las muestras para la determinación y posterior cuantificación de los analitos de interés consta de los siguientes pasos: homogenización de la

muestra, extracción por Soxhlet automático, concentración de la muestra bajo flujo de nitrógeno, reconstituir la muestra con hexano, limpieza o “Clean Up”, determinación cromatográfica y posterior análisis de resultados.

### **Homogenización**

Se tamizó la muestra con una malla de 10 mm de poro para separar rocas y materia sólida de mayor tamaño, luego se extendió la muestra sobre la mesa de trabajo y se procedió a cuartear, se tomó los extremos del cuarteo para luego proceder al pesado de muestra.

### **Proceso de extracción**

Se pesó 20 g de suelo en los dedales de celulosa, se colocó las muestras en los vasos del Soxhlet Automático, adicionamos 10 uL de Estándar Surrogado (Tetracloro-m-xileno) de 10 ppm y agregamos 100 ml de la mezcla de solventes de extracción Acetona:Hexano (v/v) 1:1.

Se programó la temperatura de extracción, tiempo e intervalos de sifonada en el Soxhlet Automático.

**Tabla 9. Condiciones de extracción en el Soxhlet automático**

temperatura	150° C
tiempo	2 Horas 45 minutos
intervalos	15 minutos



**Figura 13. Muestras en proceso de extracción**

### **Concentración de muestra**

Se dejó temperar la muestra para luego concentrar el extracto con flujo constante de nitrógeno a 10 psi hasta casi sequedad.

### **Reconstitución de muestra**

Se reconstituyó la muestra con 3 ml hexano limpiamos cuidadosamente las paredes del vaso para no perder muestra.



**Figura 14. Muestras concentradas**

### **Clean up**

La limpieza de la muestra se realizó pasando la muestra a través de una columna de Florisil, Silica Gel y Sulfato de Sodio Anhidro para eliminar pigmentos, agua y grasas del suelo.

Se colecto la muestra limpia en un matraz volumétrico de 5 ml.



**Figura 15. Muestra reconstituida en matraz aforado**

## **5.6. Determinación cromatográfica**

Al extracto listo para el análisis se le adicionó 10 uL de Estándar Interno (Decaclorobifenilo) de 10 ppm y llevamos a un volumen de 5 ml con hexano.

Homogenizamos y tomamos 1 ml de la muestra en el vial de 2 ml para llevar al cromatógrafo de gases.

El Estándar Interno es utilizado para disminuir el error de inyección cromatográfica y para su posterior cuantificación.

### **Condiciones en el Cromatógrafo de gases con detector ECD**

Para realizar el análisis en el cromatógrafo de gases este debe estar acondicionado unas 2 horas antes del análisis porque el detector ECD debe llegar a una temperatura de 300° C para que la línea base que detecta el ruido instrumental este por debajo de los 50 milivoltios.

Se utilizó un equipo GC Varian CP 3800 con detector de captura de electrones (ECD) con una Columna capilar Phenomenex ZB-1701P de 30 m, diámetro interno de 0.25 mm y tamaño de película de 0.25 um

Los parámetros operacionales para la determinación cromatográfica fueron los siguientes:

Gas portador: Helio.

Temperatura inicial del horno: 80 °C.

Temperatura de inyector: 250 °C.

Presión: 15 psi.

Volumen de inyección: 1 µL.

El programa de temperatura del horno usado fue el siguiente:

Temperatura inicial: 80 °C.

Velocidad de calentamiento: 10 °C·min<sup>-1</sup>.

Temperatura final: 280 °C por 5 minutos

Para la cuantificación de los respectivos cromatogramas se utilizó el software el TOTALCHROM WORK STATION.

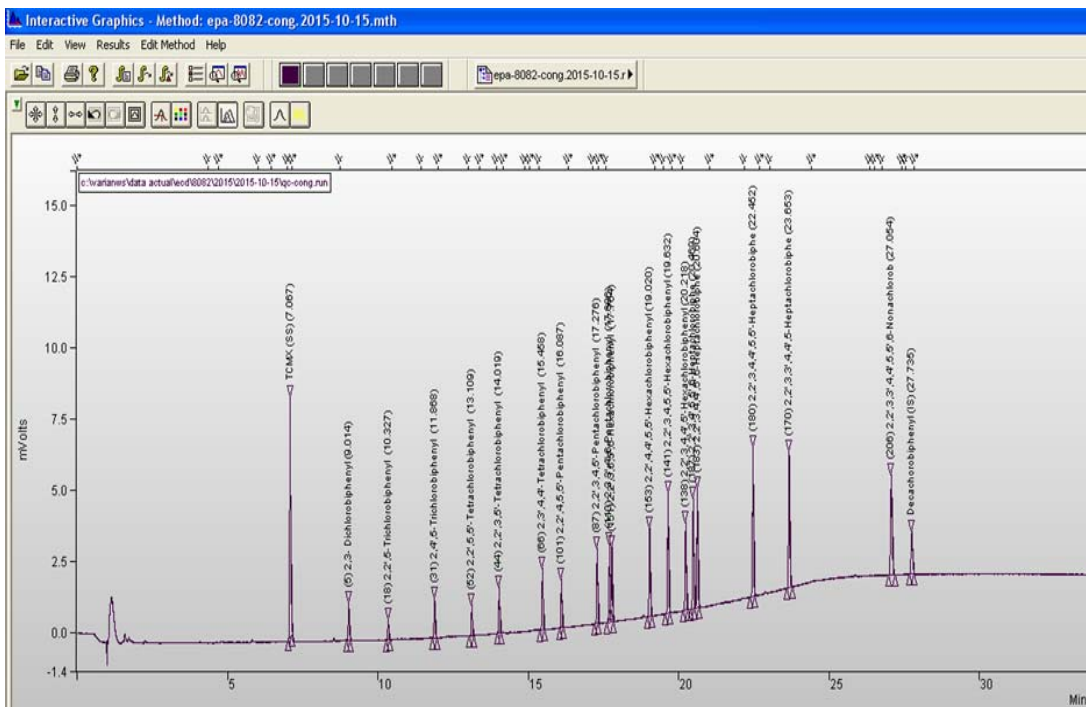


Figura 16. Cromatograma resultado de la corrida visualizado en el software

### 5.7. Métodos de identificación y cuantificación

Una vez establecidas las condiciones operacionales del equipo GC se generó 2 curvas de calibración, la primera de Congéneres y la otra de Arocloros las concentraciones de las curvas son.

Tabla 10. Curva de calibración de PCBs como Congéneres

mix PCBs congeneres 5000 ppb	IS decaclorobifenilo 5000 ppb	Surrogate TCMX 10000 ppb
conc. (ug/L)	conc. (ug/L)	conc. (ug/L)
2	10	2
5	10	5
10	10	5
20	10	10
30	10	15
50	10	25
100	10	50
200	10	100



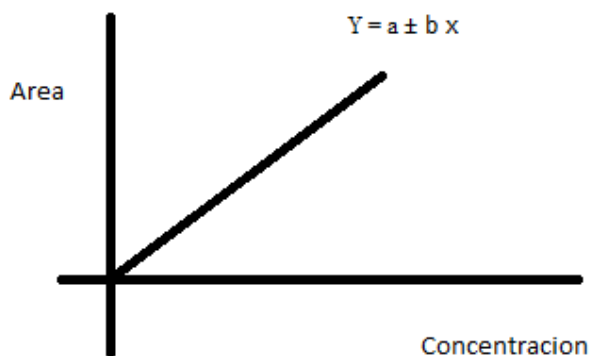
**Tabla 11. Curva de calibración de PCBs como Arocloros**

AROCLOR 1016 PCBs 10 ppm	AROCLOR 1260 PCBs 10 ppm	Decaclorobifenilo 5ppm	TCMX 10 ppm
Conc. (mg/L)	Conc. (mg/L)	Conc. (mg/L)	Conc. (mg/L)
0.02	0.02	0.0025	0.005
0.1	0.1	0.005	0.01
0.2	0.2	0.0075	0.015
0.25	0.25	0.01	0.02
0.5	0.5	0.0125	0.025
1	1	0.015	0.03
2	2	0.03	0.06

La cuantificación de los Congéneres se hizo por un método de calibración usando estándar interno, la cuantificación se realizó empleando la relación del área del estándar interno versus el área de los picos de cada analito los cuales tienen una relación inversamente proporcional.

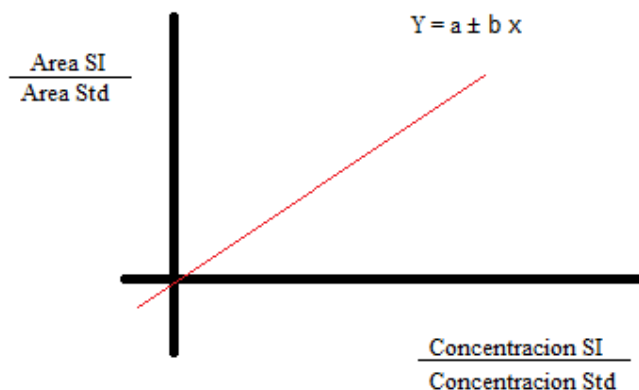
Para el cálculo de la concentración de los analitos debemos garantizar que esta se encuentre dentro del intervalo de calibración de nuestra curva de lo contrario se realizan diluciones o se disminuye el peso de la muestra.

La curva de calibración proviene de una de regresión lineal con un  $r = 0.995$



**Figura 17. Gráfica de área vs concentración que realiza el cálculo el software Totalcrome**

Para realizar el cálculo de la concentración de PCBs en la muestra seguimos la siguiente formula.



**Figura 18. Gráfica de la curva de calibración Área VS Concentración**

Obtenida la concentración del analito este se multiplica por 5 que es el factor de dilución y se multiplico por el peso de la muestra.

Obteniendo finalmente una concentración en ug/kg.

Se calculó la concentración teórica en la muestra según la formula

$$[ ] = \frac{C \times VF}{P}$$

[ ] = concentración teórica en la muestra (ug/kg)

C= concentración inicial del estándar (ug/L)

VF= volumen final (ml)

P= peso de la muestra (g)

A diferencia de la cuantificación de los Congéneres que es por medio del estándar interno los Arocloros se cuantifican por el método de estándar externo para lo cual se elaboró una curva de calibración con el mix de los estándares Tetraclorometilxiloxano, Decaclorobifenilo y los Arocloros 1016 y 1260 que tienen diferentes concentraciones y poder verificar los puntos de curva de los Arocloros

por comparación. Así mismo el Tetraclorometilxiloxano y Decaclorobifenilo se utilizaron como estándares surrogados para verificar la recuperación.

### 5.8. Criterios de calidad

El método de determinación de PCBs en suelos que estamos aplicando es un método acreditado ante la institución de certificación y propiedad intelectual (INDECOPI) lo cual implica cumplir con los controles de calidad que el método EPA 8082 A y la ISO17025 exige.

En la implementación del método se calcula los límites de detección (LD) y límites de cuantificación (LC). El límite de detección es lo mínimo que puede cuantificar como señal el equipo antes de llegar al ruido instrumental, este valor es determinado estadísticamente y es distinto para cada analito, intervienen en su cálculo las incertidumbres de las diferentes variables.

Cuando el equipo no detecta señal el resultado se da como menor al límite de detección (< LD)

**Tabla 12. Límites de detección (LD) y límites de cuantificación (LC) del método de PCBs como Congéneres**

Bifenilos policlorados Congeneres (PCBs) por GC/ECD	LD (ug/kg)	LC (ug/kg)
(5) 2, 3 - Diclorobifenil	0.0448	0.1590
(18) 2, 2', 5 - triclorobifenil	0.0689	0.2444
(31) 2, 4', 5 - Triclorobifenil	0.0749	0.2654
(44) 2, 2', 3, 5' - Tetraclorobifenil	0.0314	0.1113
(52) 2, 2', 5, 5' - Tetraclorobifenil	0.0929	0.3295
(66) 2, 3', 4, 4' - Tetraclorobifenil	0.0398	0.1410
(87) 2, 2', 3, 4, 5' - Pentaclorobifenil	0.0526	0.1865
(101) 2, 2', 4, 5, 5' - Pentaclorobifenil	0.1145	0.4058
(110) 2, 3, 3', 4', 6 - Pentaclorobifenil	0.0719	0.2548
(138) 2, 2', 3, 4, 4', 5' - Hexaclorobifenil	0.0609	0.2157
(141) 2, 2', 3, 4, 5, 5' - Hexaclorobifenil	0.0549	0.1947
(151) 2, 2', 3, 5, 5', 6 - Hexaclorobifenil	0.0590	0.2091
(153) 2, 2', 4, 4', 5, 5' - Hexaclorobifenil	0.0786	0.2786
(170) 2, 2', 3, 3', 4, 4', 5 - Heptaclorobifenil	0.0355	0.1259
(180) 2, 2', 3, 4, 4', 5, 5' - Heptaclorobifenil	0.0452	0.1603
(183) 2, 2', 3, 4, 4', 5', 6 - Heptaclorobifenil	0.0331	0.1172
(187) 2, 2', 3, 4', 5, 5', 6 - Heptaclorobifenil	0.0411	0.1456
(206) 2, 2', 3, 3', 4, 4', 5, 5', 6 - Nonaclorobifenil	0.0265	0.0938

El método requiere correr una muestra blanco la identificamos como BK-M es una muestra de suelo agrícola libre de contaminantes que debe seguir todo el proceso de análisis junto con las muestras de interés para garantizar la limpieza de los materiales y la pureza de los solventes (tabla 13)

También se debe preparar una muestra de control de calidad (QC) es un estándar preparado a la misma concentración del punto medio de las curvas de calibración por lo tanto se prepara un QC de arocloros (tabla 14) y un QC de congéneres (tabla 13) para verificar la concentración de las curvas de calibración. Cuando sea cuantificado su criterio de aceptación es del  $\pm 30\%$ .

Corremos un QC de Arocloros para fijar los tiempos de retención de los picos de nuestros analitos de interés y verificar su concentración mg/L que es el punto medio de la curva de calibración.

```

Verification Report

Title       : AROCLORS TOTAL-EIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCBs) BY GAS CHROM
Run File    : c:\varianws\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\qc-aroclor.run
Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mth
Sample ID   : qc-aroclor

Injection Date: 16/10/2015 7:01   Calculation Date: 16/10/2015 7:59

Operator    : CROMATOGRAFIA      Detector Type: 3800 (10 Volts)
Workstation: PC-LAB-CRGA01      Bus Address  : 44
Instrument   : Varian GC/MS #1   Sample Rate  : 10.00 Hz
Channel     : Middle = ECD       Run Time    : 34.467 min

** MS Workstation Version 6.9.3 ** 04203-7CE1-30A-5001 **

Run Mode      : Verification
Peak Measurement: Peak Area
Calculation Type: External Standard
Level        : 4
Tolerance     : 100.0%

Peak No.      Peak Name      Expected Result (mg/L)  Calculated Result (mg/L)  Dev. %  Ret. Time (min)  Time Offset (min)  Area (counts)  Status Codes
-----
1 TCMX        0.020000  0.020606  3.0   7.083  0.015  11447
2 1016-PCB2   0.250000  0.257953  3.2   10.343 0.005  3766
3 1016-PCB3   0.250000  0.242287  3.1   11.901 0.001  8491
4 1260-PCB1   0.250000  0.199275 20.3  17.687 -0.003  1529
5 1260-PCB2   0.250000  0.241747 3.3   19.020 -0.015  9222
6 1260-PCB4   0.250000  0.237615 5.0   22.449 -0.019  15557
7 Decachlorobi 0.010000  0.009931 0.7   27.729 -0.033  5848
-----
Totals:                1.209414                -0.049  55860

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 7      Rejected Peaks: 0      Identified Peaks: 7

Multiplier: 1      Divisor: 1      Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: 36 microVolts      LSB: 1 microVolts

Noise (used): 11 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4      Vial: 2      Injection Number: 1      Volume: 1.00 uL

```

**Figura 19. Reporte de resultados del QC de Arocloros**

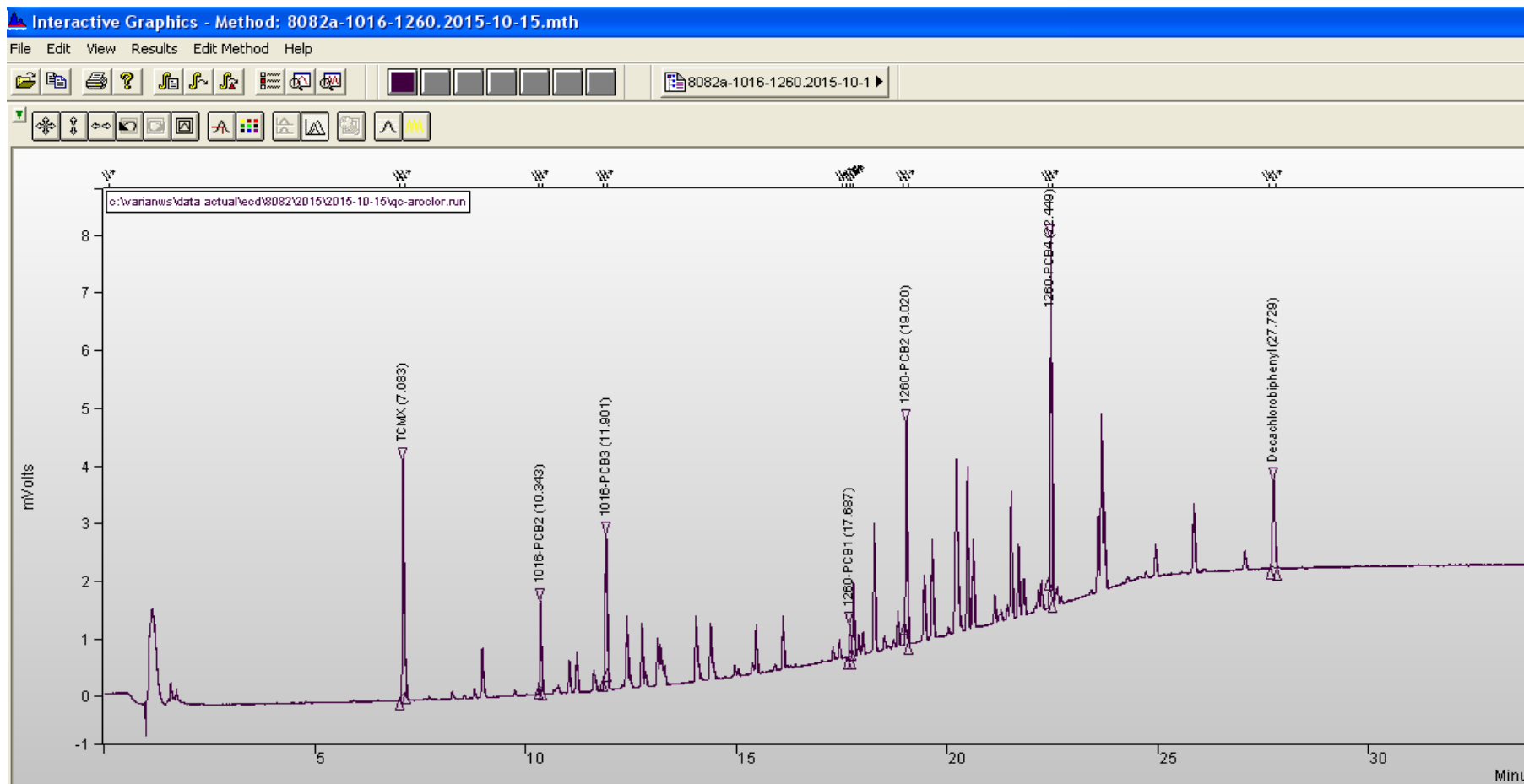


Figura 20. Cromatograma del QC de Arocloros

Para la calibración del QC que contiene un mix de todos los congéneres que deseamos identificar, en el cromatograma ubicamos cada pico de interés con su respectivo tiempo de retención incluyendo el estándar interno y el estándar surrogado. En el reporte tendremos el área de cada analito y el cálculo directo de la concentración del QC el que se reporta en ug/L.

```

Verification Report

Title       : CONGENERS POLYCHLORINATED BIPHENYLS (PCBs) BY GAS CHROMATOGR
Run File    : c:\varianws\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\qc-cong.run
Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\epa-8082-cong.2015-10-15.mth
Sample ID   : qc-cong

Injection Date: 15/10/2015 17:58   Calculation Date: 16/10/2015 7:35

Operator    : CROMATOGRAFIA          Detector Type: 3800 (10 Volts)
Workstation: PC-LAB-CRGA01          Bus Address   : 44
Instrument   : Varian GC/MS #1       Sample Rate   : 10.00 Hz
Channel     : Middle = ECD           Run Time      : 34.467 min

** MS Workstation Version 6.9.3 ** 04203-7CE1-30A-5001 **

Run Mode    : Verification
Peak Measurement: Peak Area
Calculation Type: Internal Standard
Level      : 4
Tolerance   : 100.0%

Peak      Peak      Expected  Calculated  Ret.  Time  Area  Status
No.      Name      (ug/L)    (ug/L)    %    (min)  (min)  (counts)  Codes
-----
1 TCMX (IS) 20.0000  25.3585  26.8  7.067  -0.000  14030
2 (5) 2,3- Dic 20.0000  19.9272  0.4   9.014  0.001  3527
3 (18) 2,2',5- 20.0000  19.3793  3.1   10.327 0.000  1882
4 (31) 2,4',5- 20.0000  20.0160  0.1   11.869 -0.003  3647
5 (52) 2,2',5, 20.0000  19.8053  1.0   13.110 -0.006  2775
6 (44) 2,2',3, 20.0000  19.0194  4.9   14.018 -0.009  4052
7 (66) 2,3',4, 20.0000  20.4131  2.1   15.458 -0.003  5821
8 (101) 2,2',4 20.0000  20.2472  1.2   16.087 -0.006  4511
9 (87) 2,2',3, 20.0000  19.9495  0.3   17.276 -0.005  6993
10 (110) 2,3,3' 20.0000  20.7343  3.7   17.686 0.000  7354
11 (151) 2,2',3 20.0000  19.8595  0.7   17.764 -0.007  7094
12 (153) 2,2',4 20.0000  20.4541  2.3   19.020 -0.001  8160
13 (141) 2,2',3 20.0000  20.5462  2.7   19.632 -0.007  11145
14 (138) 2,2',3 20.0000  20.7214  3.6   20.219 -0.004  8477
15 (187) 2,2',3 20.0000  20.8292  4.1   20.469 -0.002  10373
16 (183) 2,2',3 20.0000  21.1524  5.8   20.603 -0.004  11843
17 (180) 2,2',3 20.0000  21.2994  6.5   22.453 0.001  14129
18 (170) 2,2',3 20.0000  20.9195  4.6   23.653 0.002  13345
19 (206) 2,2',3 20.0000  20.9924  5.0   27.053 -0.005  13213
20 Decachorobip N/A      INT STD 0.0   27.735 0.003  5718 S
-----
Totals:                391.6239                -0.055  158089

Status Codes:
S - Internal Standard peak

Total Unidentified Counts :          0 counts

Detected Peaks: 20      Rejected Peaks: 0      Identified Peaks: 20

Standard Peak Amount:
Decachorobiphenyl (IS) Amount = 10

Multiplier: 1      Divisor: 1      Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: -46 microVolts      LSE: 1 microVolts

Noise (used): 35 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4      Vial: 1      Injection Number: 1      Volume: 1.00 ul

```

**Figura 21. Formato de reporte del análisis de PCBs como Congéneres**

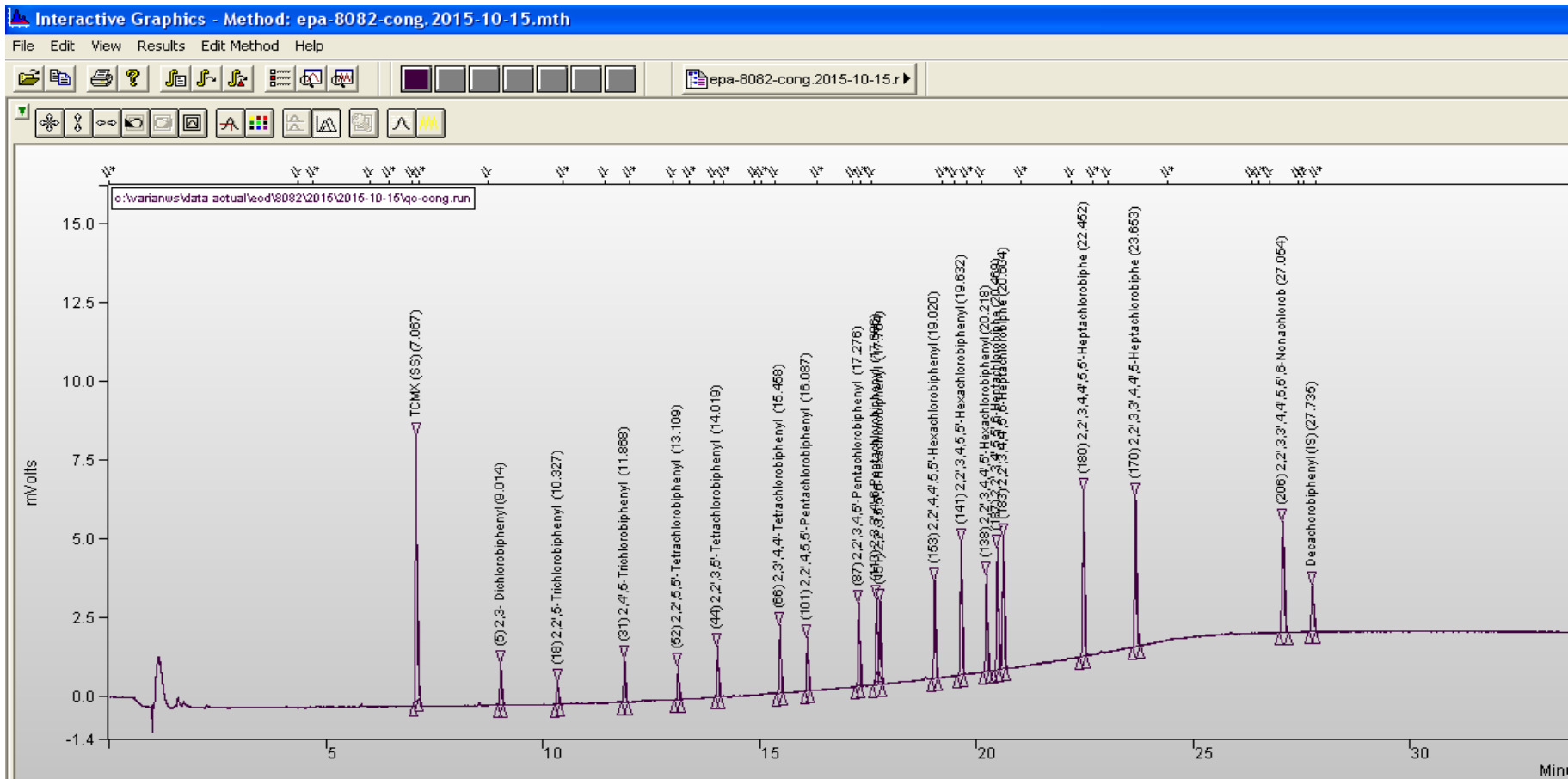


Figura 22. Cromatograma del QC de Congéneres

**Taba 13. Resultado del % de recuperación del QC de Congéneres (20.0000 ug/L) y BK-M**

Analitos	QC	%	BK-M
Tetracloro-m-xileno (SS)	25.3585	126.7925	-
(5) 2, 3 - Diclorobifenil	19.9272	99.636	< LD
(18) 2, 2', 5 - triclorobifenil	19.3793	96.8965	< LD
(31) 2, 4', 5 - Triclorobifenil	20.016	100.08	< LD
(44) 2, 2', 3, 5' - Tetraclorobifenil	19.8053	99.0265	< LD
(52) 2, 2', 5, 5' - Tetraclorobifenil	19.0194	95.097	< LD
(66) 2, 3', 4, 4' - Tetraclorobifenil	20.4131	102.0655	< LD
(87) 2, 2', 3, 4, 5' - Pentaclorobifenil	20.2472	101.236	< LD
(101) 2, 2', 4, 5, 5' - Pentaclorobifenil	19.9495	99.7475	< LD
(110) 2, 3, 3', 4', 6 - Pentaclorobifenil	20.7343	103.6715	< LD
(138) 2, 2', 3, 4, 4', 5' - Hexaclorobifenil	19.8595	99.2975	< LD
(141) 2, 2', 3, 4, 5, 5' - Hexaclorobifenil	20.4541	102.2705	< LD
(151) 2, 2', 3, 5, 5', 6 - Hexaclorobifenil	20.5462	102.731	< LD
(153) 2, 2', 4, 4', 5, 5' - Hexaclorobifenil	20.7214	103.607	< LD
(170) 2, 2', 3, 3', 4, 4', 5 - Heptaclorobifenil	20.8592	104.296	< LD
(180) 2, 2', 3, 4, 4', 5, 5' - Heptaclorobifenil	21.1524	105.762	< LD
(183) 2, 2', 3, 4, 4', 5', 6 - Heptaclorobifenil	21.2994	106.497	< LD
(187) 2, 2', 3, 4', 5, 5', 6 - Heptaclorobifenil	20.9195	104.5975	< LD
(206) 2, 2', 3, 3', 4, 4', 5, 5', 6 - Nonaclorobifenil	20.9924	104.962	< LD

**Taba 14. Resultado del % de recuperación del QC de Arocloros (0.250000 mg/L) y BK-M**

Analitos	QC (mg/L)	%	BK-M
Aroclor 1016-PCB2	0.257953	103.181	< LD
Aroclor 1016-PCB3	0.242287	96.915	< LD
Aroclor 1260-PCB1	0.199275	79.710	< LD
Aroclor 1260-PCB2	0.241747	96.699	< LD
Aroclor 1260-PCB4	0.237615	95.046	< LD



Por cada secuencia corrida se debe mandar una muestra duplicado por lo tanto se muestreo un punto por duplicado para luego comparar los porcentajes de recuperación del estándar surrogado. Cuando sea cuantificado su criterio de recuperación es del  $\pm 30\%$ .

Entre muestra y duplicado se calcula La diferencia porcentual relativa (RPD) que debe ser menor al 5% lo que significa que la técnica de extracción fue sistemática y se reprodujo entre réplicas. (Waliszewski, S. M. et al., 2004).

$$RPD = \frac{|C_1 - C_2|}{C_1 + C_2 / 2} \times 100$$

$C_1$  = Resultado de la muestra

$C_2$  = resultado del duplicado

Además el porcentaje de recuperación del estañar surrogado es del  $\pm 30\%$ .

Podemos verificar que cumple con el criterio de aceptación.

Si las muestras dieran como resultado una concentración mayor al límite de detección se debe dar el resultado con su respectiva incertidumbre.

Según la ISO 17025 los criterios de calidad piden estimar el cálculo de la incertidumbre para reportar un resultado.

## 6. Resultados

Los resultados obtenidos de la extracción, identificación y cuantificación de los PCBs, se describen y analizan a continuación.

En la subestación eléctrica El Pedregal de la ciudad de Chincha tomamos 4 puntos de muestreo los cuales identificamos del 1 al 4 se muestreo por duplicado el punto 4 y se identificó la muestra como 5d.

Los resultados de la recuperación del estándar surrogado (TCMX) y la diferencia porcentual relativa fueron:

**Tabla 15. Resultado de la recuperación entre duplicados**

Muestras	Resultado (ug/kg)	% Recuperación	RPD %
Chincha 4	5.4265	108.53	2.09
Chincha 5d	5.5410	110.82	

Los pesos se registraron para luego realizar el cálculo de la concentración del analito en la muestra.

**Tabla 16. Resultados de los suelos muestreados en alrededores de la sub estación eléctrica El Pedregal**

Codigo de Muestra			Chincha 1	Chincha 1001	Chincha 1002	Chincha 2	Chincha 2001	Chincha 2002	Chincha 3	Chincha 3001	Chincha 3002	Chincha 4	Chincha 4001	Chincha 4002	Chincha 5d	Chincha 5d001	Chincha 5d002
Peso de Muestra			20.0015 g	20.0079 g	20.0281 g	20.0094 g	20.0277 g	20.0061 g	20.0003 g	20.0058 g	20.0097 g	20.0088 g	20.0165 g	20.0055 g	20.0644 g	20.0081 g	20.0078 g
Bifenilos policlorados Congeneres (PCBs) por GC/ECD	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
	(ug/kg)	(ug/kg)	(ug/kg)	(ug/kg)	(ug/kg)	(ug/kg)	(ug/kg)	(ug/kg)	(ug/kg)	(ug/kg)	(ug/kg)	(ug/kg)	(ug/kg)	(ug/kg)	(ug/kg)	(ug/kg)	(ug/kg)
(5) 2, 3 - Diclorobifenil	0.0448	0.1590	< 0.0448	< 0.0448	< 0.0448	< 0.0448	< 0.0448	< 0.0448	< 0.0448	< 0.0448	< 0.0448	< 0.0448	< 0.0448	< 0.0448	< 0.0448	< 0.0448	< 0.0448
(18) 2, 2', 5 - triclorobifenil	0.0689	0.2444	< 0.0689	< 0.0689	< 0.0689	< 0.0689	< 0.0689	< 0.0689	< 0.0689	< 0.0689	< 0.0689	< 0.0689	< 0.0689	< 0.0689	< 0.0689	< 0.0689	< 0.0689
(31) 2, 4', 5 - Triclorobifenil	0.0749	0.2654	< 0.0749	< 0.0749	< 0.0749	< 0.0749	< 0.0749	< 0.0749	< 0.0749	< 0.0749	< 0.0749	< 0.0749	< 0.0749	< 0.0749	< 0.0749	< 0.0749	< 0.0749
(44) 2, 2', 3, 5' - Tetraclorobifenil	0.0314	0.1113	< 0.0314	< 0.0314	< 0.0314	< 0.0314	< 0.0314	< 0.0314	< 0.0314	< 0.0314	< 0.0314	< 0.0314	< 0.0314	< 0.0314	< 0.0314	< 0.0314	< 0.0314
(52) 2, 2', 5, 5' - Tetraclorobifenil	0.0929	0.3295	< 0.0929	< 0.0929	< 0.0929	< 0.0929	< 0.0929	< 0.0929	< 0.0929	< 0.0929	< 0.0929	< 0.0929	< 0.0929	< 0.0929	< 0.0929	< 0.0929	< 0.0929
(66) 2, 3', 4, 4' - Tetraclorobifenil	0.0398	0.1410	< 0.0398	< 0.0398	< 0.0398	< 0.0398	< 0.0398	< 0.0398	< 0.0398	< 0.0398	< 0.0398	< 0.0398	< 0.0398	< 0.0398	< 0.0398	< 0.0398	< 0.0398
(87) 2, 2', 3, 4, 5' - Pentaclorobifenil	0.0526	0.1865	< 0.0526	< 0.0526	< 0.0526	< 0.0526	< 0.0526	< 0.0526	< 0.0526	< 0.0526	< 0.0526	< 0.0526	< 0.0526	< 0.0526	< 0.0526	< 0.0526	< 0.0526
(101) 2, 2', 4, 5, 5' - Pentaclorobifenil	0.1145	0.4058	< 0.1145	< 0.1145	< 0.1145	< 0.1145	< 0.1145	< 0.1145	< 0.1145	< 0.1145	< 0.1145	< 0.1145	< 0.1145	< 0.1145	< 0.1145	< 0.1145	< 0.1145
(110) 2, 3, 3', 4', 6 - Pentaclorobifenil	0.0719	0.2548	< 0.0719	< 0.0719	< 0.0719	< 0.0719	< 0.0719	< 0.0719	< 0.0719	< 0.0719	< 0.0719	< 0.0719	< 0.0719	< 0.0719	< 0.0719	< 0.0719	< 0.0719
(138) 2, 2', 3, 4, 4', 5' - Hexaclorobifenil	0.0609	0.2157	< 0.0609	< 0.0609	< 0.0609	< 0.0609	< 0.0609	< 0.0609	< 0.0609	< 0.0609	< 0.0609	< 0.0609	< 0.0609	< 0.0609	< 0.0609	< 0.0609	< 0.0609
(141) 2, 2', 3, 4, 5, 5' - Hexaclorobifenil	0.0549	0.1947	< 0.0549	< 0.0549	< 0.0549	< 0.0549	< 0.0549	< 0.0549	< 0.0549	< 0.0549	< 0.0549	< 0.0549	< 0.0549	< 0.0549	< 0.0549	< 0.0549	< 0.0549
(151) 2, 2', 3, 5, 5', 6 - Hexaclorobifenil	0.0590	0.2091	< 0.0590	< 0.0590	< 0.0590	< 0.0590	< 0.0590	< 0.0590	< 0.0590	< 0.0590	< 0.0590	< 0.0590	< 0.0590	< 0.0590	< 0.0590	< 0.0590	< 0.0590
(153) 2, 2', 4, 4', 5, 5' - Hexaclorobifenil	0.0786	0.2786	< 0.0786	< 0.0786	< 0.0786	< 0.0786	< 0.0786	< 0.0786	< 0.0786	< 0.0786	< 0.0786	< 0.0786	< 0.0786	< 0.0786	< 0.0786	< 0.0786	< 0.0786
(170) 2, 2', 3, 3', 4, 4', 5 - Heptaclorobifenil	0.0355	0.1259	< 0.0355	< 0.0355	< 0.0355	< 0.0355	< 0.0355	< 0.0355	< 0.0355	< 0.0355	< 0.0355	< 0.0355	< 0.0355	< 0.0355	< 0.0355	< 0.0355	< 0.0355
(180) 2, 2', 3, 4, 4', 5, 5' - Heptaclorobifenil	0.0452	0.1603	< 0.0452	< 0.0452	< 0.0452	< 0.0452	< 0.0452	< 0.0452	< 0.0452	< 0.0452	< 0.0452	< 0.0452	< 0.0452	< 0.0452	< 0.0452	< 0.0452	< 0.0452
(183) 2, 2', 3, 4, 4', 5', 6 - Heptaclorobifenil	0.0331	0.1172	< 0.0331	< 0.0331	< 0.0331	< 0.0331	< 0.0331	< 0.0331	< 0.0331	< 0.0331	< 0.0331	< 0.0331	< 0.0331	< 0.0331	< 0.0331	< 0.0331	< 0.0331
(187) 2, 2', 3, 4, 4', 5', 6 - Heptaclorobifenil	0.0411	0.1456	< 0.0411	< 0.0411	< 0.0411	< 0.0411	< 0.0411	< 0.0411	< 0.0411	< 0.0411	< 0.0411	< 0.0411	< 0.0411	< 0.0411	< 0.0411	< 0.0411	< 0.0411
(206) 2, 2', 3, 3', 4, 4', 5, 5', 6 - Nonaclorobifenil	0.0265	0.0938	< 0.0265	< 0.0265	< 0.0265	< 0.0265	< 0.0265	< 0.0265	< 0.0265	< 0.0265	< 0.0265	< 0.0265	< 0.0265	< 0.0265	< 0.0265	< 0.0265	< 0.0265

En la subestación eléctrica Chimbote 1 de la ciudad de Chimbote tomamos 4 puntos de muestreo los cuales identificamos del 1 al 4 se muestreo por duplicado el punto 4 y se identificó la muestra como 5d.

Los resultados para el análisis de PCBs como congéneres fueron:

En la sub estación eléctrica de Chimbote se identificó la presencia del congénere (206) 2, 2', 3, 3', 4, 4', 5, 5', 6 - Nonaclorobifenil. En el reporte de calibración muestra el tiempo de retención y el área del pico del analito identificado.

```

Title       : CONGENERS POLYCHLORINATED BIPHENYLS (PCBs) BY GAS CHROMATOGR
Run File    : c:\varianws\data\actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\cong\chimbote-1.run
Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\epa-8082-cong.2015-10-15.mth
Sample ID   : CHIMBOTE-1

Injection Date: 16/10/2015 19:58      Calculation Date: 18/10/2015 10:46

Operator    : CROMATOGRAFIA           Detector Type: 3800 (10 Volts)
Workstation : PC-LAB-CRGA01           Bus Address  : 44
Instrument   : Varian GC/MS #1        Sample Rate  : 10.00 Hz
Channel     : Middle = ECD            Run Time    : 34.465 min

** MS Workstation Version 6.9.3 ** 04203-7CE1-30A-5001 **

Run Mode    : Analysis
Peak Measurement: Peak Area
Calculation Type: Internal Standard

Peak      Peak      Result      Ret.      Time      Area      Sep.      Width      Status
No.       Name        (ug/kg)    (min)    Offset    (counts)  Code     (sec)     Codes
-----
1 TCMX (SS)      5.6450     7.070    -0.006    9536     BB      2.4
2 (5) 2,3- Dic          9.017
3 (18) 2,2',5-         10.334
4 (31) 2,4',5-         11.875
5 (52) 2,2',5,         13.115
6 (44) 2,2',3,         14.025
7 (66) 2,3',4,         15.461
8 (101) 2,2',4         16.093
9 (87) 2,2',3,         17.281
10 (110) 2,3,3'         17.686
11 (151) 2,2',3         17.771
12 (153) 2,2',4         19.025
13 (141) 2,2',3         19.629
14 (138) 2,2',3         20.221
15 (187) 2,2',3         20.471
16 (183) 2,2',3         20.607
17 (180) 2,2',3         22.452
18 (170) 2,2',3         23.651
19 (206) 2,2',3         1.1661    27.109    0.051    2534     BB      3.7
20 Decachorobip INT STD 27.770    0.038    4349     BB      3.7 S
-----
Totals:          6.8111          0.083    16419

Status Codes:
M - Missing peak
S - Internal Standard peak

Total Unidentified Counts :          0 counts

Detected Peaks: 3          Rejected Peaks: 0          Identified Peaks: 20

Standard Peak Amount:
Decachorobiphenyl (IS) Amount = 10

Multiplier: 5          Divisor: 20.0029          Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: 29 microVolts          LSB: 1 microVolts

Noise (used): 24 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4          Vial: 10          Injection Number: 1          Volume: 1.00 uL

```

Figura 23. Reporte de resultados de la muestra Chimbote-1

**Tabla 17. Resultado de los suelos muestreados en zonas aledañas a la sub estación eléctrica Chimbote 1**

Codigo de Muestra			Chimbote 1	Chimbote 1001	Chimbote 1002	Chimbote 2	Chimbote 2001	Chimbote 2002	Chimbote 3	Chimbote 3001	Chimbote 3002	Chimbote 4	Chimbote 4001	Chimbote 4002	Chimbote 5d	Chimbote 5d001	Chimbote 5d002
Peso de Muestra			20.0029 g	20.0091 g	20.0217 g	20.0006 g	20.0144 g	20.0278 g	20.0131 g	20.0201 g	20.0051 g	20.0011 g	20.0220 g	20.0111 g	20.0012 g	20.0088 g	20.0251 g
Bifenilos policlorados Congeneres (PCBs) por GC/ECD	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
	(ug/kg)	(ug/kg)	(ug/kg)	(ug/kg)	(ug/kg)	(ug/kg)	(ug/kg)	(ug/kg)	(ug/kg)	(ug/kg)	(ug/kg)	(ug/kg)	(ug/kg)	(ug/kg)	(ug/kg)	(ug/kg)	(ug/kg)
(5) 2, 3 - Diclorobifenil	0.0448	0.1590	< 0.0448	< 0.0448	< 0.0448	< 0.0448	< 0.0448	< 0.0448	< 0.0448	< 0.0448	< 0.0448	< 0.0448	< 0.0448	< 0.0448	< 0.0448	< 0.0448	< 0.0448
(18) 2, 2', 5 - triclorobifenil	0.0689	0.2444	< 0.0689	< 0.0689	< 0.0689	< 0.0689	< 0.0689	< 0.0689	< 0.0689	< 0.0689	< 0.0689	< 0.0689	< 0.0689	< 0.0689	< 0.0689	< 0.0689	< 0.0689
(31) 2, 4', 5 - Triclorobifenil	0.0749	0.2654	< 0.0749	< 0.0749	< 0.0749	< 0.0749	< 0.0749	< 0.0749	< 0.0749	< 0.0749	< 0.0749	< 0.0749	< 0.0749	< 0.0749	< 0.0749	< 0.0749	< 0.0749
(44) 2, 2', 3, 5' - Tetraclorobifenil	0.0314	0.1113	< 0.0314	< 0.0314	< 0.0314	< 0.0314	< 0.0314	< 0.0314	< 0.0314	< 0.0314	< 0.0314	< 0.0314	< 0.0314	< 0.0314	< 0.0314	< 0.0314	< 0.0314
(52) 2, 2', 5, 5' - Tetraclorobifenil	0.0929	0.3295	< 0.0929	< 0.0929	< 0.0929	< 0.0929	< 0.0929	< 0.0929	< 0.0929	< 0.0929	< 0.0929	< 0.0929	< 0.0929	< 0.0929	< 0.0929	< 0.0929	< 0.0929
(66) 2, 3', 4, 4' - Tetraclorobifenil	0.0398	0.1410	< 0.0398	< 0.0398	< 0.0398	< 0.0398	< 0.0398	< 0.0398	< 0.0398	< 0.0398	< 0.0398	< 0.0398	< 0.0398	< 0.0398	< 0.0398	< 0.0398	< 0.0398
(87) 2, 2', 3, 4, 5' - Pentaclorobifenil	0.0526	0.1865	< 0.0526	< 0.0526	< 0.0526	< 0.0526	< 0.0526	< 0.0526	< 0.0526	< 0.0526	< 0.0526	< 0.0526	< 0.0526	< 0.0526	< 0.0526	< 0.0526	< 0.0526
(101) 2, 2', 4, 5, 5' - Pentaclorobifenil	0.1145	0.4058	< 0.1145	< 0.1145	< 0.1145	< 0.1145	< 0.1145	< 0.1145	< 0.1145	< 0.1145	< 0.1145	< 0.1145	< 0.1145	< 0.1145	< 0.1145	< 0.1145	< 0.1145
(110) 2, 3, 3', 4', 6 - Pentaclorobifenil	0.0719	0.2548	< 0.0719	< 0.0719	< 0.0719	< 0.0719	< 0.0719	< 0.0719	< 0.0719	< 0.0719	< 0.0719	< 0.0719	< 0.0719	< 0.0719	< 0.0719	< 0.0719	< 0.0719
(138) 2, 2', 3, 4, 4', 5' - Hexaclorobifenil	0.0609	0.2157	< 0.0609	< 0.0609	< 0.0609	< 0.0609	< 0.0609	< 0.0609	< 0.0609	< 0.0609	< 0.0609	< 0.0609	< 0.0609	< 0.0609	< 0.0609	< 0.0609	< 0.0609
(141) 2, 2', 3, 4, 5, 5' - Hexaclorobifenil	0.0549	0.1947	< 0.0549	< 0.0549	< 0.0549	< 0.0549	< 0.0549	< 0.0549	< 0.0549	< 0.0549	< 0.0549	< 0.0549	< 0.0549	< 0.0549	< 0.0549	< 0.0549	< 0.0549
(151) 2, 2', 3, 5, 5', 6 - Hexaclorobifenil	0.0590	0.2091	< 0.0590	< 0.0590	< 0.0590	< 0.0590	< 0.0590	< 0.0590	< 0.0590	< 0.0590	< 0.0590	< 0.0590	< 0.0590	< 0.0590	< 0.0590	< 0.0590	< 0.0590
(153) 2, 2', 4, 4', 5, 5' - Hexaclorobifenil	0.0786	0.2786	< 0.0786	< 0.0786	< 0.0786	< 0.0786	< 0.0786	< 0.0786	< 0.0786	< 0.0786	< 0.0786	< 0.0786	< 0.0786	< 0.0786	< 0.0786	< 0.0786	< 0.0786
(170) 2, 2', 3, 3', 4, 4', 5 - Heptaclorobifenil	0.0355	0.1259	< 0.0355	< 0.0355	< 0.0355	< 0.0355	< 0.0355	< 0.0355	< 0.0355	< 0.0355	< 0.0355	< 0.0355	< 0.0355	< 0.0355	< 0.0355	< 0.0355	< 0.0355
(180) 2, 2', 3, 4, 4', 5, 5' - Heptaclorobifenil	0.0452	0.1603	< 0.0452	< 0.0452	< 0.0452	< 0.0452	< 0.0452	< 0.0452	< 0.0452	< 0.0452	< 0.0452	< 0.0452	< 0.0452	< 0.0452	< 0.0452	< 0.0452	< 0.0452
(183) 2, 2', 3, 4, 4', 5', 6 - Heptaclorobifenil	0.0331	0.1172	< 0.0331	< 0.0331	< 0.0331	< 0.0331	< 0.0331	< 0.0331	< 0.0331	< 0.0331	< 0.0331	< 0.0331	< 0.0331	< 0.0331	< 0.0331	< 0.0331	< 0.0331
(187) 2, 2', 3, 4', 5, 5', 6 - Heptaclorobifenil	0.0411	0.1456	< 0.0411	< 0.0411	< 0.0411	< 0.0411	< 0.0411	< 0.0411	< 0.0411	< 0.0411	< 0.0411	< 0.0411	< 0.0411	< 0.0411	< 0.0411	< 0.0411	< 0.0411
(206) 2, 2', 3, 3', 4, 4', 5, 5', 6 - Nonaclorobifenil	0.0265	0.0938	1.1661	1.1086	1.1823	1.0504	1.1439	1.1273	1.1009	1.2518	1.0671	1.115	1.0794	1.1959	1.1253	1.2539	1.1536

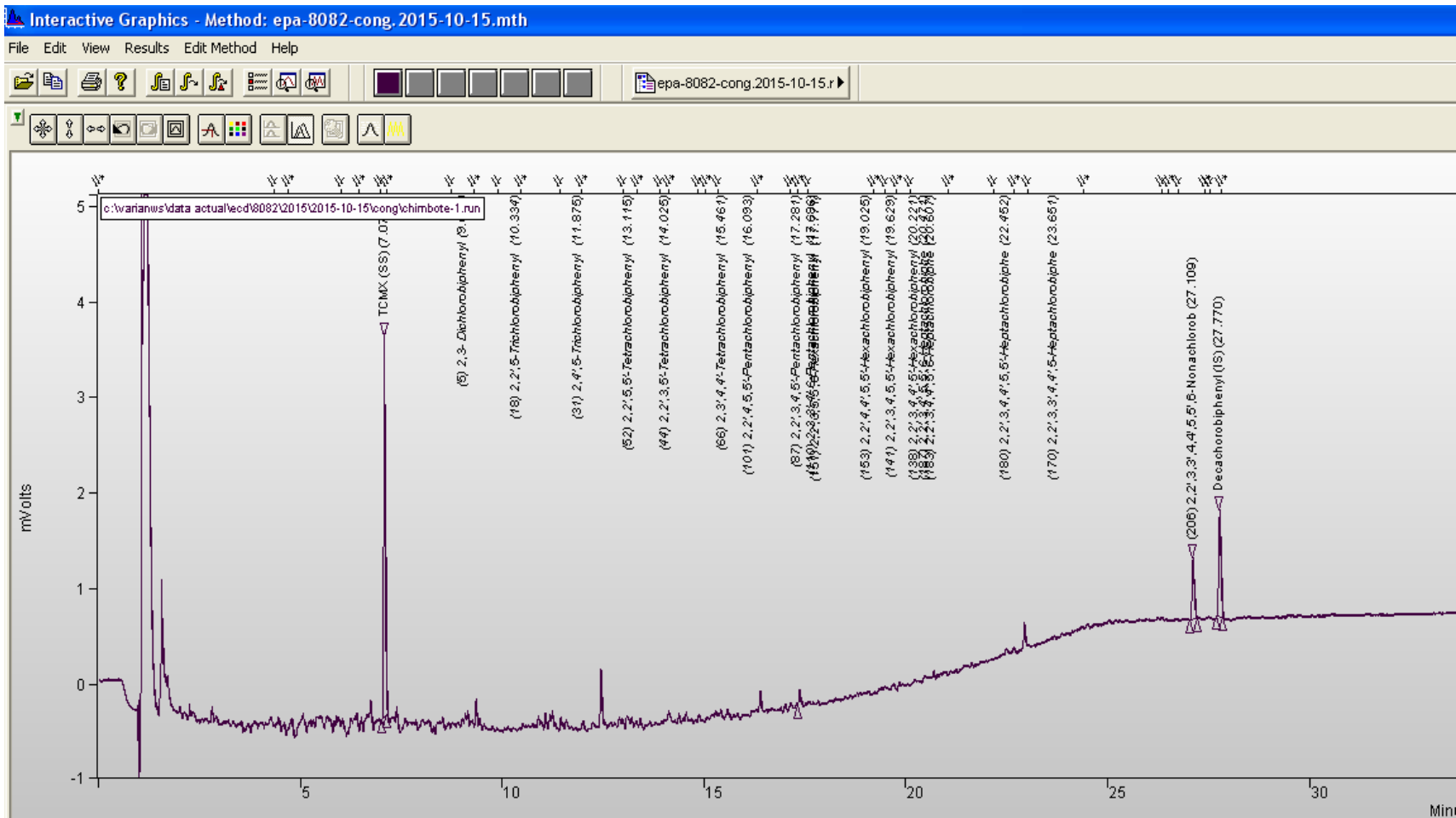


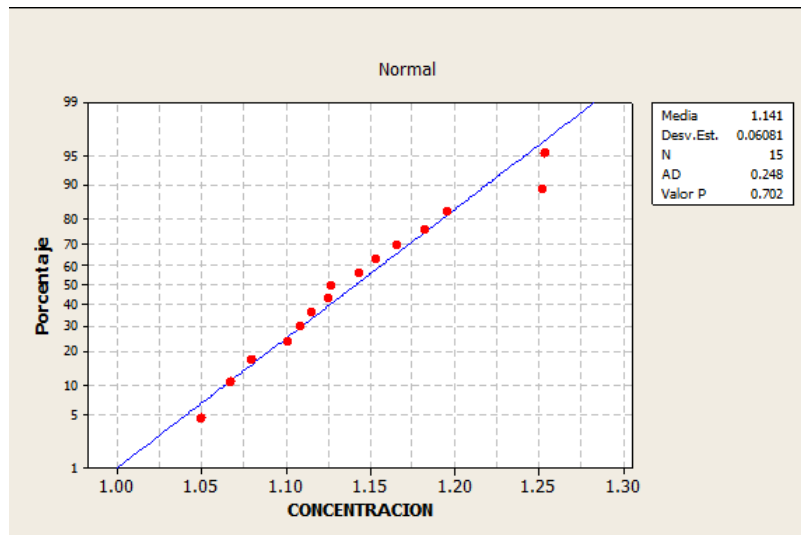
Figura 24. Cromatograma de la muestra Chimbote-1

Para la prueba de contraste de hipótesis planteamos la hipótesis nula

$H_0$ : el suelo presenta contaminación.

Realizamos las pruebas estadísticas de medida de dispersión.

La prueba de Anderson Darling nos indica si la distribución de los datos es normal o no normal si el P value es mayor que 0.05 aceptamos la hipótesis nula y si es menor negamos la hipótesis nula.



**Figura 25. Gráfica de la prueba de normalidad obtenida del Minitab**

Los resultados tienen una distribución normal según la prueba de Anderson Darling ya que el P value es mayor a 0.05.

Se acepta la hipótesis nula con un nivel de confianza del 95%

Calculamos el promedio y la desviación estándar de los datos para realizar la prueba de consistencia de valores atípicos calculando el Z Score porque nuestros datos tienen distribución normal.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

S = desviación estándar

$\bar{X}$  = promedio

N= número de replicas

$$Z = \frac{X - \bar{X}}{S}$$

$|z \text{ score}| \leq 2$  satisfactorio  
 $2 < |z \text{ score}| < 3$  cuestionable  
 $|z \text{ score}| \geq 3$  insatisfactorio

**Tabla 18. Tratamiento estadístico de la data**

Muestra	Resultado (ug/kg)	Promedio (ug/kg)	Desviación Standar	z score	
Chimbote 1	1.1661	1.1523	0.0387	0.4056	satisfactorio
Chimbote 1001	1.1086			-0.5399	satisfactorio
Chimbote 1002	1.1823			0.6720	satisfactorio
Chimbote 2	1.0504	1.1072	0.0499	-1.4970	satisfactorio
Chimbote 2001	1.1439			0.0406	satisfactorio
Chimbote 2002	1.1273			-0.2324	satisfactorio
Chimbote 3	1.1009	1.1399	0.0983	-0.6666	satisfactorio
Chimbote 3001	1.2518			1.8150	satisfactorio
Chimbote 3002	1.0671			-1.2224	satisfactorio
Chimbote 4	1.115	1.1301	0.0597	-0.4347	satisfactorio
Chimbote 4001	1.0794			-1.0201	satisfactorio
Chimbote 4002	1.1959			0.8957	satisfactorio
Chimbote 5d	1.1253	1.1776	0.0676	-0.2653	satisfactorio
Chimbote 5d001	1.2539			1.8495	satisfactorio
Chimbote 5d002	1.1536			0.2001	satisfactorio

Los resultados son precisos y veraces por lo tanto

Podemos afirmar que cada punto muestreado en los alrededores de la sub estación eléctrica Chimbote 1 está contaminado.

**Tabla 19. Resultados del análisis de los suelos aledaños a la sub estación eléctrica Chimbote 1**

Bifenilos policlorados Congeneres (PCBs) por GC/ECD	Muestra	Resultado (ug/kg)	(±U) (ug/kg)
(206) 2, 2', 3, 3', 4, 4', 5, 5', 6 - Nonaclorobifenil	Chimbote 1	1.1523	0.3333
	Chimbote 2	1.1072	0.3333
	Chimbote 3	1.1399	0.3333
	Chimbote 4	1.1538	0.3333



El punto que se muestreo por duplicado es el identificado como Chimbote 4 y su duplicado como Chimbote 5d y los resultados de la recuperación del estándar surrogado (TCMX) fueron:

**Tabla 20. Resultados del % de recuperación del Decaclorobifenilo**

Muestras	Resultado (ug/kg)	% Recuperación	RPD %
Chimbote 4	5.8088	116.176	4.17
Chimbote 5d	5.5709	111.418	

Cumple con los criterios de aceptación

En la subestación eléctrica Santa Rosa de la ciudad de Chiclayo tomamos 4 puntos de muestreo los cuales identificamos del 1 al 4 se muestreo por duplicado el punto 4 y se identificó la muestra como 5d.

Los resultados para el análisis de PCBs como congéneres fueron.

```

Title       : CONGENERS POLYCHLORINATED BIPHENYLS (PCBs) BY GAS CHROMATOGR
Run File    : c:\varian\sw\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\cong\chiclayo\chiclayo-4.run
Method File : c:\varian\sw\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\epa-8082-cong.2015-10-15.mth
Sample ID   : CHICLAYO-4

Injection Date: 16/10/2015 14:23      Calculation Date: 16/10/2015 17:46

Operator    : CRONATOGRAFIA          Detector Type: 3800 (10 Volts)
Workstation : PC-LAB-CRGA01          Bus Address  : 44
Instrument   : Varian GC/MS #1       Sample Rate  : 10.00 Hz
Channel     : Middle = ECD           Run Time    : 34.467 min

** MS Workstation Version 6.9.3 ** 04203-7CE1-30A-5001 **

Run Mode    : Analysis
Peak Measurement: Peak Area
Calculation Type: Internal Standard

Peak No.    Peak Name      Result (ug/kg)  Ret. Time (min)  Time Offset (min)  Area (counts)  Sep. Code (sec)  Width 1/2  Status Codes
-----
1 TCMX (SS)  5.1658         7.076          0.012          9092          BB          3.6
2 (5) 2,3-Dic  9.150
3 (18) 2,2',5-  10.368
4 (31) 2,4',5-  12.120
5 (52) 2,2',5-  13.976
6 (44) 2,2',3-  14.092
7 (66) 2,3',4-  4.0822        15.823        -0.021         3763          BB          2.4
8 (101) 2,2',4  8.2019        16.164        -0.009         5537          BB          2.6
9 (87) 2,2',3-  1.2417        17.480        -0.013         1653          BB          2.6
10 (110) 2,3,3'  3.9281        17.773        -0.011         4281          BV          2.6
11 (151) 2,2',3  4.8283        17.750        -0.008         5468          VB          2.6
12 (153) 2,2',4  16.4255       19.013        -0.011         19872         BB          2.4
13 (141) 2,2',3  5.5770        19.027        -0.017         9548          BB          2.8
14 (138) 2,2',3  23.7832       20.113        -0.015         29539         BB          3.9
15 (187) 2,2',3  5.9615        20.867        -0.013         9336          BP          2.6
16 (183) 2,2',3  3.7686        20.885        -0.010         6750          PB          3.3
17 (180) 2,2',3  10.8178       22.763        -0.013         22732         BB          2.6
18 (170) 2,2',3  4.6047        23.811        -0.013         9291          BB          2.3
19 (206) 2,2',3  27.457
20 Decachorobip INT STD  28.189        -0.022         4515          BB          3.6 S
-----
Totals:          98.1863          -0.158          141377

Status Codes:
M - Missing peak
S - Internal Standard peak

Total Unidentified Counts :          0 counts

Detected Peaks: 2          Rejected Peaks: 0          Identified Peaks: 20

Standard Peak Amount:
Decachorobiphenyl (IS) Amount = 10

Multiplier: 5          Divisor: 20.0129          Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: -45 microVolts          LSB: 1 microVolts

Noise (used): 30 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4          Vial: 7          Injection Number: 1          Volume: 1.00 uL

```

**Figura 26. Reporte de resultado de la muestra Chiclayo-4**

**Tabla 21. Resultados de los suelos muestreados en zonas aledañas de la sub estación eléctrica Santa Rosa**

Codigo de Muestra			Chiclayo 1	Chiclayo 1001	Chiclayo 1002	Chiclayo 2	Chiclayo 2001	Chiclayo 2002	Chiclayo 3	Chiclayo 3001	Chiclayo 3002	Chiclayo 4	Chiclayo 4001	Chiclayo 4002	Chiclayo 5d	Chiclayo 5d001	Chiclayo 5d002
Peso de Muestra			20.0025 g	20.0085 g	20.0126 g	20.0060 g	20.0037 g	20.0009 g	20.0131 g	20.0073 g	20.0022 g	20.0129 g	20.0164 g	20.0155 g	20.0051 g	20.0041 g	20.0251 g
Bifenilos policlorados Congeneres (PCBs) por GC/ECD	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
	(ug/kg)	(ug/kg)	(ug/kg)	(ug/kg)	(ug/kg)	(ug/kg)	(ug/kg)	(ug/kg)	(ug/kg)	(ug/kg)	(ug/kg)	(ug/kg)	(ug/kg)	(ug/kg)	(ug/kg)	(ug/kg)	(ug/kg)
(5) 2, 3 - Diclorobifenil	0.0448	0.1590	< 0.0448	< 0.0448	< 0.0448	< 0.0448	< 0.0448	< 0.0448	< 0.0448	< 0.0448	< 0.0448	< 0.0448	< 0.0448	< 0.0448	< 0.0448	< 0.0448	< 0.0448
(18) 2, 2', 5 - triclorobifenil	0.0689	0.2444	< 0.0689	< 0.0689	< 0.0689	< 0.0689	< 0.0689	< 0.0689	< 0.0689	< 0.0689	< 0.0689	< 0.0689	< 0.0689	< 0.0689	< 0.0689	< 0.0689	< 0.0689
(31) 2, 4', 5 - Triclorobifenil	0.0749	0.2654	< 0.0749	< 0.0749	< 0.0749	< 0.0749	< 0.0749	< 0.0749	< 0.0749	< 0.0749	< 0.0749	< 0.0749	< 0.0749	< 0.0749	< 0.0749	< 0.0749	< 0.0749
(44) 2, 2', 3, 5' - Tetraclorobifenil	0.0314	0.1113	< 0.0314	< 0.0314	< 0.0314	< 0.0314	< 0.0314	< 0.0314	< 0.0314	< 0.0314	< 0.0314	< 0.0314	< 0.0314	< 0.0314	< 0.0314	< 0.0314	< 0.0314
(52) 2, 2', 5, 5' - Tetraclorobifenil	0.0929	0.3295	< 0.0929	< 0.0929	< 0.0929	< 0.0929	< 0.0929	< 0.0929	< 0.0929	< 0.0929	< 0.0929	< 0.0929	< 0.0929	< 0.0929	< 0.0929	< 0.0929	< 0.0929
(66) 2, 3', 4, 4' - Tetraclorobifenil	0.0398	0.1410	< 0.0398	< 0.0398	< 0.0398	< 0.0398	< 0.0398	< 0.0398	< 0.0398	< 0.0398	< 0.0398	4.0822	4.1403	4.2087	3.8511	4.1987	3.9366
(87) 2, 2', 3, 4, 5' - Pentaclorobifenil	0.0526	0.1865	< 0.0526	< 0.0526	< 0.0526	< 0.0526	< 0.0526	< 0.0526	< 0.0526	< 0.0526	< 0.0526	8.2019	8.3135	8.4450	8.4708	8.008	7.9224
(101) 2, 2', 4, 5, 5' - Pentaclorobifenil	0.1145	0.4058	< 0.1145	< 0.1145	< 0.1145	< 0.1145	< 0.1145	< 0.1145	< 0.1145	< 0.1145	< 0.1145	1.2417	1.2619	1.2857	1.3149	1.4457	1.1910
(110) 2, 3, 3', 4', 6 - Pentaclorobifenil	0.0719	0.2548	< 0.0719	< 0.0719	< 0.0719	< 0.0719	< 0.0719	< 0.0719	< 0.0719	< 0.0719	< 0.0719	3.7281	3.7797	3.8404	3.8582	3.9700	3.5991
(138) 2, 2', 3, 4, 4', 5 - Hexaclorobifenil	0.0609	0.2157	< 0.0609	< 0.0609	< 0.0609	< 0.0609	< 0.0609	< 0.0609	< 0.0609	< 0.0609	< 0.0609	4.8283	4.8969	4.9777	5.0150	5.0077	4.6564
(141) 2, 2', 3, 4, 5, 5' - Hexaclorobifenil	0.0549	0.1947	< 0.0549	< 0.0549	< 0.0549	< 0.0549	< 0.0549	< 0.0549	< 0.0549	< 0.0549	< 0.0549	16.4255	16.6374	16.8871	16.8512	17.0000	15.8946
(151) 2, 2', 3, 5, 5', 6 - Hexaclorobifenil	0.0590	0.2091	< 0.0590	< 0.0590	< 0.0590	< 0.0590	< 0.0590	< 0.0590	< 0.0590	< 0.0590	< 0.0590	5.5770	5.6489	5.7337	5.7213	5.5107	5.3968
(153) 2, 2', 4, 4', 5, 5' - Hexaclorobifenil	0.0786	0.2786	< 0.0786	< 0.0786	< 0.0786	< 0.0786	< 0.0786	< 0.0786	< 0.0786	< 0.0786	< 0.0786	23.7832	24.0877	24.4465	24.3764	24.3921	23.0205
(170) 2, 2', 3, 3', 4, 4', 5 - Heptaclorobifenil	0.0355	0.1259	< 0.0355	< 0.0355	< 0.0355	< 0.0355	< 0.0355	< 0.0355	< 0.0355	< 0.0355	< 0.0355	5.9615	6.0398	6.1321	6.1294	6.2254	5.7655
(180) 2, 2', 3, 4, 4', 5, 5' - Heptaclorobifenil	0.0452	0.1603	< 0.0452	< 0.0452	< 0.0452	< 0.0452	< 0.0452	< 0.0452	< 0.0452	< 0.0452	< 0.0452	3.7686	3.8184	3.8770	3.8773	4.1111	3.6440
(183) 2, 2', 3, 4, 4', 5', 6 - Heptaclorobifenil	0.0331	0.1172	< 0.0331	< 0.0331	< 0.0331	< 0.0331	< 0.0331	< 0.0331	< 0.0331	< 0.0331	< 0.0331	10.8178	10.9544	11.1154	11.0694	11.6634	10.4755
(187) 2, 2', 3, 4, 4', 5, 5', 6 - Heptaclorobifenil	0.0411	0.1456	< 0.0411	< 0.0411	< 0.0411	< 0.0411	< 0.0411	< 0.0411	< 0.0411	< 0.0411	< 0.0411	4.6047	4.6632	4.7322	4.7153	4.9002	4.4581
(206) 2, 2', 3, 3', 4, 4', 5, 5', 6 - Nonaclorobifenil	0.0285	0.0938	< 0.0285	< 0.0285	< 0.0285	< 0.0285	< 0.0285	< 0.0285	< 0.0285	< 0.0285	< 0.0285	< 0.0285	< 0.0285	< 0.0285	< 0.0285	< 0.0285	< 0.0285

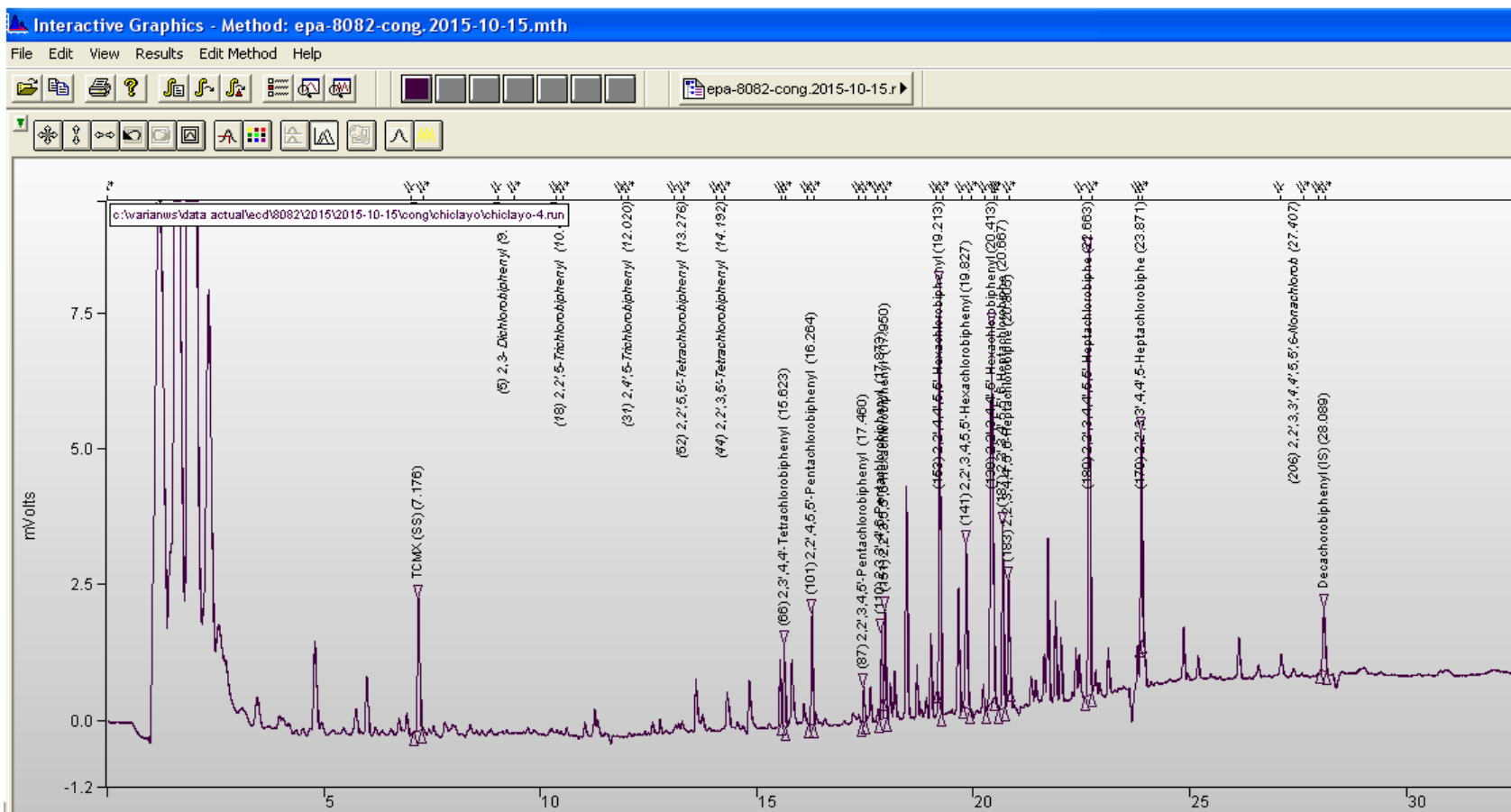


Figura 27. Cromatograma de la muestra Chiclayo-4

Evaluamos el P value para cada analito

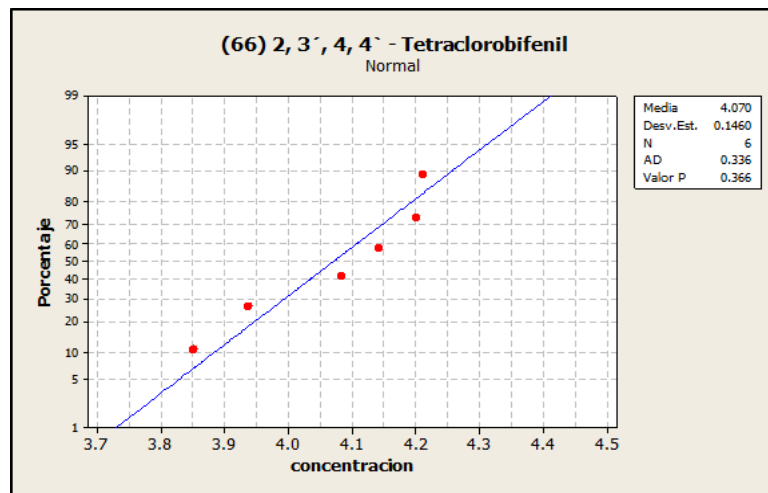


Gráfico 1. Prueba de normalidad (66) 2, 3', 4, 4` - Tetraclorobifenil

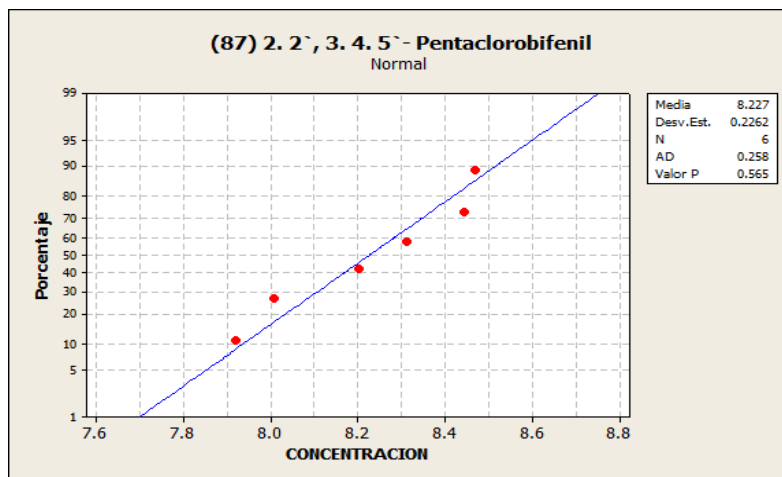


Gráfico 2. Prueba de normalidad (87) 2, 2', 3, 4, 5` - Pentaclorobifenil

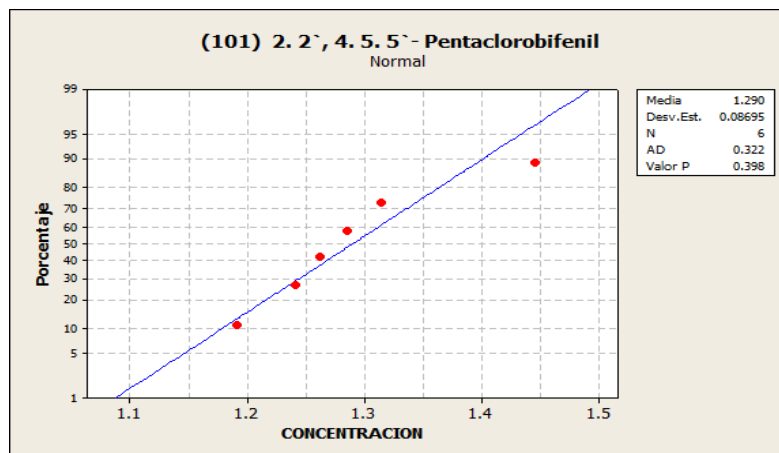
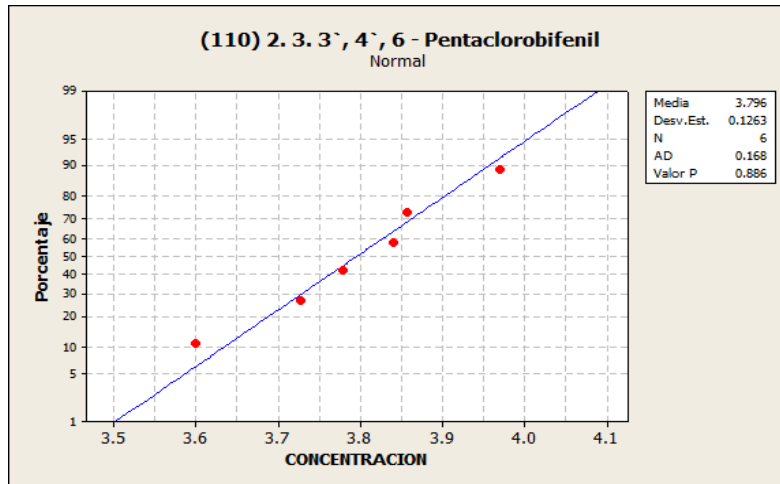
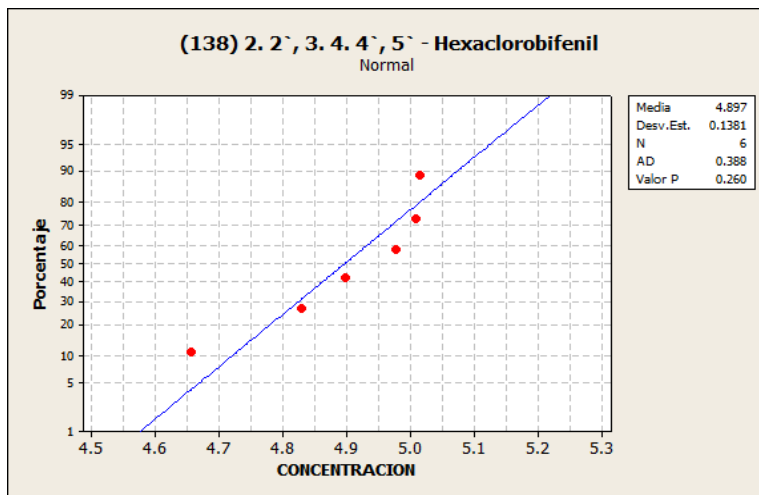


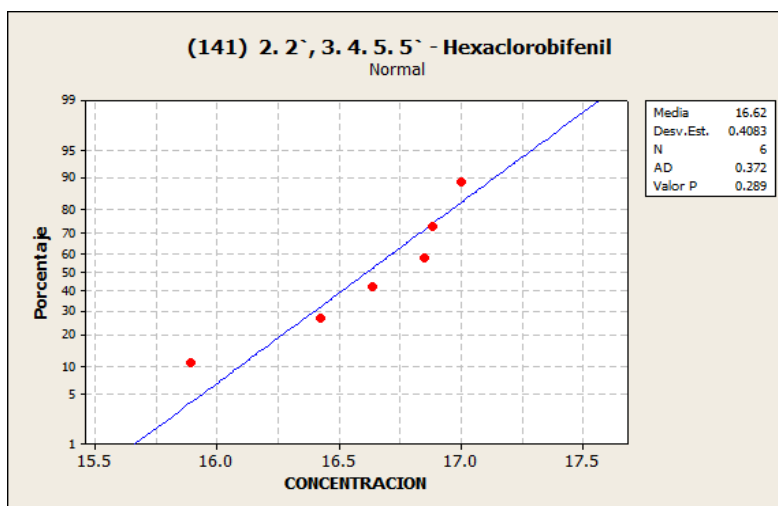
Gráfico 3. Prueba de normalidad (101) 2, 2', 4, 5, 5` - Pentaclorobifenil



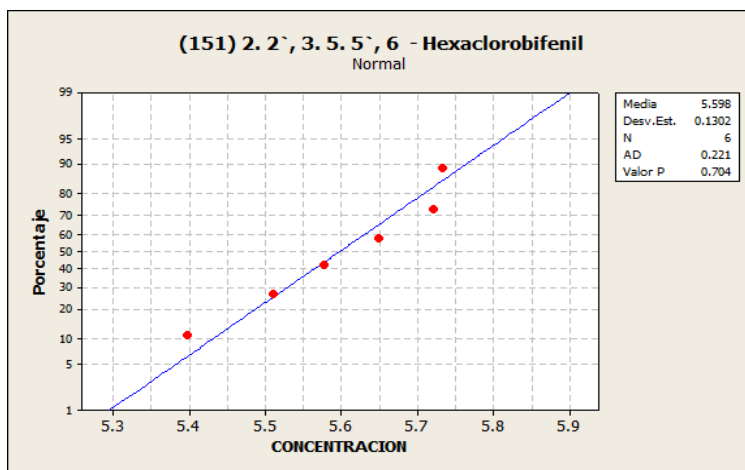
**Gráfico 4. Prueba de normalidad (110) 2, 3, 3', 4', 6 - Pentaclorobifenil**



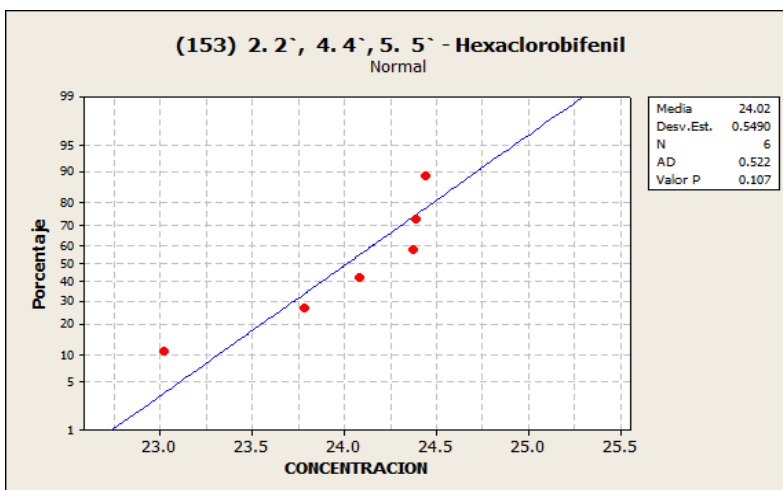
**Gráfico 5. Prueba de normalidad (138) 2, 2', 3, 4, 4', 5' - Hexaclorobifenil**



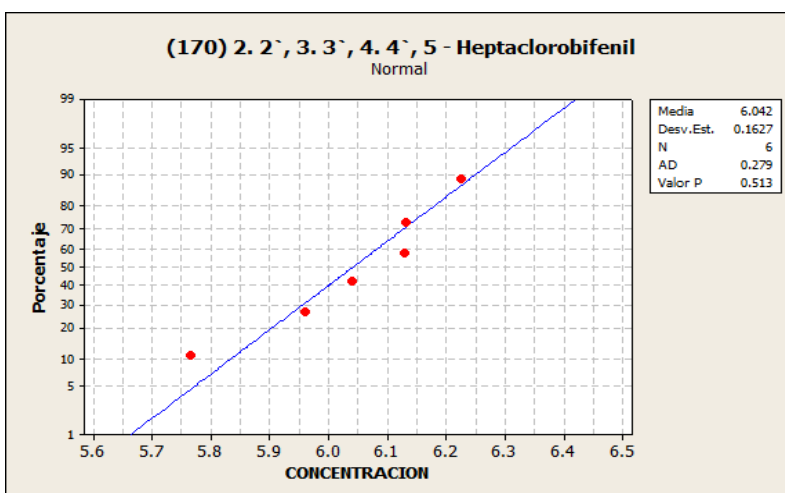
**Gráfico 6. Prueba de normalidad (141) 2, 2', 3, 4, 5, 5' - Hexaclorobifenil**



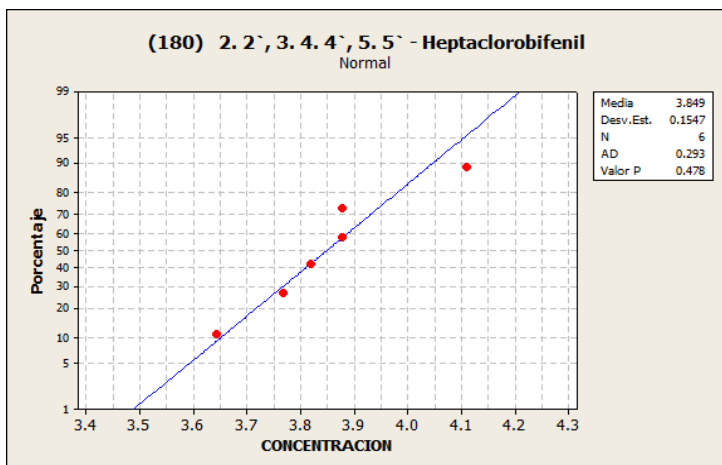
**Gráfico 7. Prueba de normalidad (151) 2, 2', 3, 5, 5', 6 - Hexaclorobifenil**



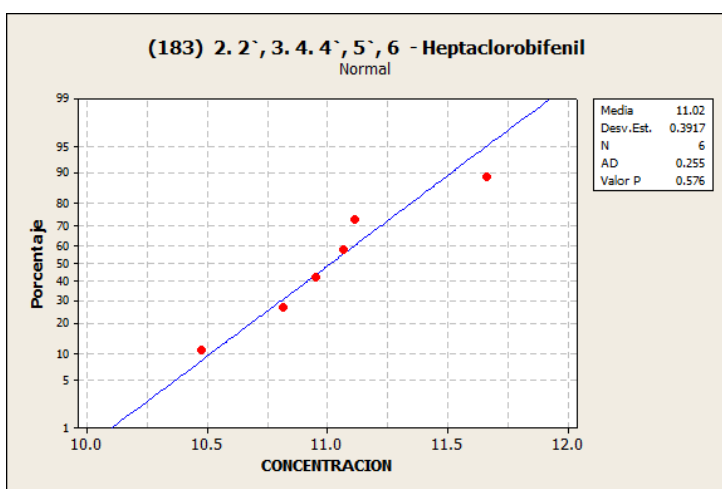
**Gráfico 8. Prueba de normalidad (153) 2, 2', 4, 4', 5, 5' - Hexaclorobifenil**



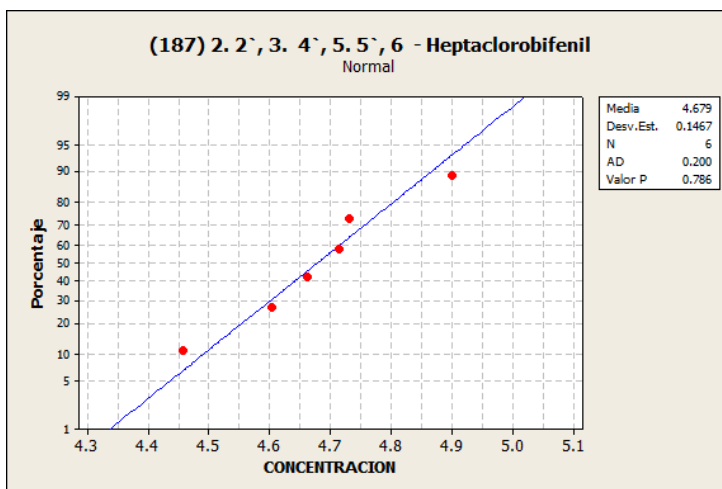
**Gráfico 9. Prueba de normalidad (170) 2, 2', 3, 3', 4, 4', 5 - Heptaclorobifenil**



**Gráfico 10. Prueba de normalidad (180) 2, 2', 3, 4, 4', 5, 5' - Heptaclorobifenil**



**Gráfico 11. Prueba de normalidad (183) 2, 2', 3, 4, 4', 5', 6 - Heptaclorobifenil**



**Gráfico 12. Prueba de normalidad (187) 2, 2', 3, 4', 5, 5', 6 - Heptaclorobifenil**

Se acepta la hipótesis nula con un nivel de confianza del 95%

**Tabla 22. Resultados del tratamiento estadístico para las muestras Chiclayo 4 y Chiclayo 5d**

Bifenilos policlorados Congeneres (PCBs) por GC/ECD	Muestra	Resultado (ug/kg)	Promedio (ug/kg)	Desviacion Standar	z score	
(66) 2, 3', 4, 4' - Tetraclorobifenil	Chiclayo 4	4.0822	4.1437	0.0633	-0.9718	satisfactorio
	Chiclayo 4001	4.1403			-0.0542	satisfactorio
	Chiclayo 4002	4.2087			1.0260	satisfactorio
	Chiclayo 5d	3.8511	3.9955	0.1811	-0.7971	satisfactorio
	Chiclayo 5d001	4.1987			1.1221	satisfactorio
	Chiclayo 5d002	3.9366			-0.3250	satisfactorio
(87) 2, 2', 3, 4, 5' - Pentaclorobifenil	Chiclayo 4	8.2019	8.3201	0.1217	-0.9716	satisfactorio
	Chiclayo 4001	8.3135			-0.0545	satisfactorio
	Chiclayo 4002	8.4450			1.0261	satisfactorio
	Chiclayo 5d	8.4708	8.1337	0.2950	1.1425	satisfactorio
	Chiclayo 5d001	8.008			-0.4262	satisfactorio
	Chiclayo 5d002	7.9224			-0.7163	satisfactorio
(101) 2, 2', 4, 5, 5' - Pentaclorobifenil	Chiclayo 4	1.2417	1.2631	0.0220	-0.9716	satisfactorio
	Chiclayo 4001	1.2619			-0.0545	satisfactorio
	Chiclayo 4002	1.2857			1.0261	satisfactorio
	Chiclayo 5d	1.3149	1.3172	0.1274	-0.0181	satisfactorio
	Chiclayo 5d001	1.4457			1.0089	satisfactorio
	Chiclayo 5d002	1.1910			-0.9908	satisfactorio
(110) 2, 3, 3', 4', 6 - Pentaclorobifenil	Chiclayo 4	3.7281	3.7827	0.0562	-0.9719	satisfactorio
	Chiclayo 4001	3.7797			-0.0540	satisfactorio
	Chiclayo 4002	3.8404			1.0259	satisfactorio
	Chiclayo 5d	3.8582	3.8091	0.1903	0.2581	satisfactorio
	Chiclayo 5d001	3.9700			0.8457	satisfactorio
	Chiclayo 5d002	3.5991			-1.1037	satisfactorio
(138) 2, 2', 3, 4, 4', 5' - Hexaclorobifenil	Chiclayo 4	4.8283	4.9010	0.0748	-0.9717	satisfactorio
	Chiclayo 4001	4.8969			-0.0544	satisfactorio
	Chiclayo 4002	4.9777			1.0261	satisfactorio
	Chiclayo 5d	5.0150	4.8930	0.2050	0.5951	satisfactorio
	Chiclayo 5d001	5.0077			0.5595	satisfactorio
	Chiclayo 5d002	4.6564			-1.1545	satisfactorio
(141) 2, 2', 3, 4, 5, 5' - Hexaclorobifenil	Chiclayo 4	16.4255	16.6500	0.2311	-0.9716	satisfactorio
	Chiclayo 4001	16.6374			-0.0545	satisfactorio
	Chiclayo 4002	16.8871			1.0262	satisfactorio
	Chiclayo 5d	16.8512	16.5819	0.5999	0.4489	satisfactorio
	Chiclayo 5d001	17.0000			0.6969	satisfactorio
	Chiclayo 5d002	15.8946			-1.1458	satisfactorio

El cálculo de Z score no presenta datos atípicos en ninguno de los analitos



**Tabla 23. Resultados del tratamiento estadístico para las muestras Chiclayo 4 y Chiclayo 5d**

Bifenilos policlorados Congeneres (PCBs) por GC/ECD	Muestra	Resultado (ug/kg)	Promedio (ug/kg)	Desviacion Standar	z score	
(151) 2, 2', 3, 5, 5', 6 - Hexaclorobifenil	Chiclayo 4	5.5770	5.6532	0.0784	-0.9715	satisfactorio
	Chiclayo 4001	5.6489			-0.0548	satisfactorio
	Chiclayo 4002	5.7337			1.0263	satisfactorio
	Chiclayo 5d	5.7213	5.5429	0.1646	1.0834	satisfactorio
	Chiclayo 5d001	5.5107			-0.1958	satisfactorio
	Chiclayo 5d002	5.3968			-0.8876	satisfactorio
(153) 2, 2', 4, 4', 5, 5' - Hexaclorobifenil	Chiclayo 4	23.7832	24.1058	0.3320	-0.9716	satisfactorio
	Chiclayo 4001	24.0877			-0.0545	satisfactorio
	Chiclayo 4002	24.4465			1.0261	satisfactorio
	Chiclayo 5d	24.3764	23.9297	0.7874	0.5674	satisfactorio
	Chiclayo 5d001	24.3921			0.5873	satisfactorio
	Chiclayo 5d002	23.0205			-1.1546	satisfactorio
(170) 2, 2', 3, 3', 4, 4', 5 - Heptaclorobifenil	Chiclayo 4	5.9615	6.0445	0.0854	-0.9716	satisfactorio
	Chiclayo 4001	6.0398			-0.0546	satisfactorio
	Chiclayo 4002	6.1321			1.0262	satisfactorio
	Chiclayo 5d	6.1294	6.0401	0.2426	0.3681	satisfactorio
	Chiclayo 5d001	6.2254			0.7638	satisfactorio
	Chiclayo 5d002	5.7655			-1.1319	satisfactorio
(180) 2, 2', 3, 4, 4', 5, 5' - Heptaclorobifenil	Chiclayo 4	3.7686	3.8213	0.0543	-0.9719	satisfactorio
	Chiclayo 4001	3.8184			-0.0541	satisfactorio
	Chiclayo 4002	3.8770			1.0259	satisfactorio
	Chiclayo 5d	3.8773	3.8775	0.2336	-0.0007	satisfactorio
	Chiclayo 5d001	4.1111			1.0004	satisfactorio
	Chiclayo 5d002	3.6440			-0.9996	satisfactorio
(183) 2, 2', 3, 4, 4', 5', 6 - Heptaclorobifenil	Chiclayo 4	10.8178	10.9625	0.1490	-0.9716	satisfactorio
	Chiclayo 4001	10.9544			-0.0546	satisfactorio
	Chiclayo 4002	11.1154			1.0262	satisfactorio
	Chiclayo 5d	11.0694	11.0694	0.5940	-0.0001	satisfactorio
	Chiclayo 5d001	11.6634			1.0000	satisfactorio
	Chiclayo 5d002	10.4755			-1.0000	satisfactorio
(187) 2, 2', 3, 4', 5, 5', 6 - Heptaclorobifenil	Chiclayo 4	4.6047	4.6667	0.0638	-0.9715	satisfactorio
	Chiclayo 4001	4.6632			-0.0548	satisfactorio
	Chiclayo 4002	4.7322			1.0263	satisfactorio
	Chiclayo 5d	4.7153	4.6912	0.2220	0.1085	satisfactorio
	Chiclayo 5d001	4.9002			0.9413	satisfactorio
	Chiclayo 5d002	4.4581			-1.0498	satisfactorio

Los resultados de la recuperación del estándar surrogado (TCMX) fueron:

**Tabla 24. Resultados del % de recuperación del Decaclorobifenilo**

Muestras	Resultado (ug/kg)	% Recuperación	RPD %
Chiclayo 4	5.2375	104.75	2.60
Chiclayo 5d	5.1031	102.06	

Cumple con los criterios de aceptación

Los resultados son precisos y exactos por lo tanto

Se puede afirmar que el suelo muestreado en el punto Chiclayo 4 está contaminado.

**Tabla 25. Resultados finales de la muestra Chiclayo 4**

Muestra	Chiclayo 4	
Bifenilos policlorados Congeneres (PCBs) por GC/ECD	Resultado (ug/kg)	(±U) (ug/kg)
(66) 2, 3', 4, 4' - Tetraclorobifenil	4.0696	0.8798
(87) 2, 2', 3, 4, 5' - Pentaclorobifenil	8.2269	0.6232
(101) 2, 2', 4, 5, 5' - Pentaclorobifenil	1.2902	0.7961
(110) 2, 3, 3', 4', 6 - Pentaclorobifenil	3.7959	0.6043
(138) 2, 2', 3, 4, 4', 5' - Hexaclorobifenil	4.8970	0.5836
(141) 2, 2', 3, 4, 5, 5' - Hexaclorobifenil	16.6160	0.3516
(151) 2, 2', 3, 5, 5', 6 - Hexaclorobifenil	5.5981	0.4112
(153) 2, 2', 4, 4', 5, 5' - Hexaclorobifenil	24.0177	0.3742
(170) 2, 2', 3, 3', 4, 4', 5 - Heptaclorobifenil	6.0423	0.5247
(180) 2, 2', 3, 4, 4', 5, 5' - Heptaclorobifenil	3.8494	0.5147
(183) 2, 2', 3, 4, 4', 5', 6 - Heptaclorobifenil	11.0160	0.3083
(187) 2, 2', 3, 4', 5, 5', 6 - Heptaclorobifenil	4.6790	0.2969

Los resultados como Arocloros de la sub estación eléctrica El Pedregal de la ciudad de Chincha fueron:

**Tabla 26. Resultado de los suelos de Chincha 1 y Chincha 2**

Codigo de Muestra			Chincha 1	Chincha 1001	Chincha 1002	Chincha 2	Chincha 2001	Chincha 2002
Peso de Muestra			20.0015 g	20.0079 g	20.0281 g	20.0094 g	20.0277 g	20.0061 g
Bifenilos policlorados Aroclor (PCBs) por GC/ECD	LD (mg/Kg)	LC (mg/Kg)	Resultado (mg/Kg)	Resultado (mg/Kg)	Resultado (mg/Kg)	Resultado (mg/Kg)	Resultado (mg/Kg)	Resultado (mg/Kg)
Aroclor 1016	0.000601	0.002131	< 0.000601	< 0.000601	< 0.000601	< 0.000601	< 0.000601	< 0.000601
Aroclor 1221	0.001628	0.005769	< 0.001628	< 0.001628	< 0.001628	< 0.001628	< 0.001628	< 0.001628
Aroclor 1232	0.001103	0.003911	< 0.001103	< 0.001103	< 0.001103	< 0.001103	< 0.001103	< 0.001103
Aroclor 1242	0.001150	0.004076	< 0.001150	< 0.001150	< 0.001150	< 0.001150	< 0.001150	< 0.001150
Aroclor 1248	0.001142	0.004047	< 0.001142	< 0.001142	< 0.001142	< 0.001142	< 0.001142	< 0.001142
Aroclor 1254	0.001163	0.004123	< 0.001163	< 0.001163	< 0.001163	< 0.001163	< 0.001163	< 0.001163
Aroclor 1260	0.000662	0.002347	< 0.000662	< 0.000662	< 0.000662	< 0.000662	< 0.000662	< 0.000662

**Tabla 27. Resultado de los suelos de Chincha 3 y Chincha 4**

Codigo de Muestra			Chincha 3	Chincha 3001	Chincha 3002	Chincha 4	Chincha 4001	Chincha 4002
Peso de Muestra			20.0003 g	20.0058 g	20.0097 g	20.0088 g	20.0165 g	20.0055 g
Bifenilos policlorados Aroclor (PCBs) por GC/ECD	LD (mg/Kg)	LC (mg/Kg)	Resultado (mg/Kg)	Resultado (mg/Kg)	Resultado (mg/Kg)	Resultado (mg/Kg)	Resultado (mg/Kg)	Resultado (mg/Kg)
Aroclor 1016	0.000601	0.002131	< 0.000601	< 0.000601	< 0.000601	< 0.000601	< 0.000601	< 0.000601
Aroclor 1221	0.001628	0.005769	< 0.001628	< 0.001628	< 0.001628	< 0.001628	< 0.001628	< 0.001628
Aroclor 1232	0.001103	0.003911	< 0.001103	< 0.001103	< 0.001103	< 0.001103	< 0.001103	< 0.001103
Aroclor 1242	0.001150	0.004076	< 0.001150	< 0.001150	< 0.001150	< 0.001150	< 0.001150	< 0.001150
Aroclor 1248	0.001142	0.004047	< 0.001142	< 0.001142	< 0.001142	< 0.001142	< 0.001142	< 0.001142
Aroclor 1254	0.001163	0.004123	< 0.001163	< 0.001163	< 0.001163	< 0.001163	< 0.001163	< 0.001163
Aroclor 1260	0.000662	0.002347	< 0.000662	< 0.000662	< 0.000662	< 0.000662	< 0.000662	< 0.000662

**Tabla 28. Resultado de los suelos de Chincha 5d**

Codigo de Muestra			Chincha 5d	Chincha 5d001	Chincha 5d002
Peso de Muestra			20.0644 g	20.0081 g	20.0078 g
Bifenilos policlorados Aroclor (PCBs) por GC/ECD	LD (mg/Kg)	LC (mg/Kg)	Resultado (mg/Kg)	Resultado (mg/Kg)	Resultado (mg/Kg)
Aroclor 1016	0.000601	0.002131	< 0.000601	< 0.000601	< 0.000601
Aroclor 1221	0.001628	0.005769	< 0.001628	< 0.001628	< 0.001628
Aroclor 1232	0.001103	0.003911	< 0.001103	< 0.001103	< 0.001103
Aroclor 1242	0.001150	0.004076	< 0.001150	< 0.001150	< 0.001150
Aroclor 1248	0.001142	0.004047	< 0.001142	< 0.001142	< 0.001142
Aroclor 1254	0.001163	0.004123	< 0.001163	< 0.001163	< 0.001163
Aroclor 1260	0.000662	0.002347	< 0.000662	< 0.000662	< 0.000662

La recuperación de los estándares surrogados fue:

**Tabla 29. Resultados del % de recuperación de los surrogados**

SUBROGATE	Chincha 4	Chincha 5d	% RECUP	RPD %
TCMX	0.005315	0.005378	106.9	1.17
DECACLOROBIF	0.002278	0.002373	116.3	4.08

Cumple con los criterios de aceptación.

Los resultados como Arocloros de la sub estación eléctrica Chimbote 1 de la ciudad de Chimbote fueron:

**Tabla 30. Resultados de Chimbote 1 y Chimbote 2**

Codigo de Muestra			Chimbote 1	Chimbote 1001	Chimbote 1002	Chimbote 2	Chimbote 2001	Chimbote 2002
Peso de Muestra			20.0029 g	20.0091 g	20.0217 g	20.0006 g	20.0144 g	20.0278 g
Bifenilos policlorados Aroclor (PCBs) por GC/ECD	LD (mg/Kg)	LC (mg/Kg)	Resultado (mg/Kg)	Resultado (mg/Kg)	Resultado (mg/Kg)	Resultado (mg/Kg)	Resultado (mg/Kg)	Resultado (mg/Kg)
Aroclor 1016	0.000601	0.002131	< 0.000601	< 0.000601	< 0.000601	< 0.000601	< 0.000601	< 0.000601
Aroclor 1221	0.001628	0.005769	< 0.001628	< 0.001628	< 0.001628	< 0.001628	< 0.001628	< 0.001628
Aroclor 1232	0.001103	0.003911	< 0.001103	< 0.001103	< 0.001103	< 0.001103	< 0.001103	< 0.001103
Aroclor 1242	0.001150	0.004076	< 0.001150	< 0.001150	< 0.001150	< 0.001150	< 0.001150	< 0.001150
Aroclor 1248	0.001142	0.004047	< 0.001142	< 0.001142	< 0.001142	< 0.001142	< 0.001142	< 0.001142
Aroclor 1254	0.001163	0.004123	< 0.001163	< 0.001163	< 0.001163	< 0.001163	< 0.001163	< 0.001163
Aroclor 1260	0.000662	0.002347	< 0.000662	< 0.000662	< 0.000662	< 0.000662	< 0.000662	< 0.000662

**Tabla 31. Resultados de Chimbote 3 y Chimbote 4**

Codigo de Muestra			Chimbote 3	Chimbote 3001	Chimbote 3002	Chimbote 4	Chimbote 4001	Chimbote 4002
Peso de Muestra			20.0131 g	20.0201 g	20.0051 g	20.0011 g	20.0220 g	20.0111 g
Bifenilos policlorados Aroclor (PCBs) por GC/ECD	LD (mg/Kg)	LC (mg/Kg)	Resultado (mg/Kg)	Resultado (mg/Kg)	Resultado (mg/Kg)	Resultado (mg/Kg)	Resultado (mg/Kg)	Resultado (mg/Kg)
Aroclor 1016	0.000601	0.002131	< 0.000601	< 0.000601	< 0.000601	< 0.000601	< 0.000601	< 0.000601
Aroclor 1221	0.001628	0.005769	< 0.001628	< 0.001628	< 0.001628	< 0.001628	< 0.001628	< 0.001628
Aroclor 1232	0.001103	0.003911	< 0.001103	< 0.001103	< 0.001103	< 0.001103	< 0.001103	< 0.001103
Aroclor 1242	0.001150	0.004076	< 0.001150	< 0.001150	< 0.001150	< 0.001150	< 0.001150	< 0.001150
Aroclor 1248	0.001142	0.004047	< 0.001142	< 0.001142	< 0.001142	< 0.001142	< 0.001142	< 0.001142
Aroclor 1254	0.001163	0.004123	< 0.001163	< 0.001163	< 0.001163	< 0.001163	< 0.001163	< 0.001163
Aroclor 1260	0.000662	0.002347	< 0.000662	< 0.000662	< 0.000662	< 0.000662	< 0.000662	< 0.000662

**Tabla 32. Resultados de Chimbote 5d**

Codigo de Muestra			Chimbote 5d	Chimbote 5d001	Chimbote 5d002
Peso de Muestra			20.0012 g	20.0088 g	20.0251 g
Bifenilos policlorados Aroclor (PCBs) por GC/ECD	LD (mg/Kg)	LC (mg/Kg)	Resultado (mg/Kg)	Resultado (mg/Kg)	Resultado (mg/Kg)
Aroclor 1016	0.000601	0.002131	< 0.000601	< 0.000601	< 0.000601
Aroclor 1221	0.001628	0.005769	< 0.001628	< 0.001628	< 0.001628
Aroclor 1232	0.001103	0.003911	< 0.001103	< 0.001103	< 0.001103
Aroclor 1242	0.001150	0.004076	< 0.001150	< 0.001150	< 0.001150
Aroclor 1248	0.001142	0.004047	< 0.001142	< 0.001142	< 0.001142
Aroclor 1254	0.001163	0.004123	< 0.001163	< 0.001163	< 0.001163
Aroclor 1260	0.000662	0.002347	< 0.000662	< 0.000662	< 0.000662

La recuperación de los estándares surrogados fue:

**Tabla 33. Resultados del % de recuperación de los surrogados**

SUBROGATE	Chimbote 4	Chimbote 5d	% RECUP	RPD %
TCMX	0.005188	0.005160	103.5	0.54
DEACOLORBIF	0.002007	0.002038	101.1	1.53

Cumple con los criterios de aceptación.

Los resultados como Arocloros de la sub estación eléctrica Santa Rosa de la ciudad de Chiclayo fueron:

**Tabla 34. Resultados de Chiclayo 1 y Chiclayo 2**

Codigo de Muestra			Chiclayo 1	Chiclayo 1001	Chiclayo 1002	Chiclayo 2	Chiclayo 2001	Chiclayo 2002
Peso de Muestra			20.0025 g	20.0085 g	20.0126 g	20.0060 g	20.0037 g	20.0009 g
Bifenilos policlorados Aroclor (PCBs) por GC/ECD	LD (mg/Kg)	LC (mg/Kg)	Resultado (mg/Kg)	Resultado (mg/Kg)	Resultado (mg/Kg)	Resultado (mg/Kg)	Resultado (mg/Kg)	Resultado (mg/Kg)
Aroclor 1016	0.000601	0.002131	< 0.000601	< 0.000601	< 0.000601	< 0.000601	< 0.000601	< 0.000601
Aroclor 1221	0.001628	0.005769	< 0.001628	< 0.001628	< 0.001628	< 0.001628	< 0.001628	< 0.001628
Aroclor 1232	0.001103	0.003911	< 0.001103	< 0.001103	< 0.001103	< 0.001103	< 0.001103	< 0.001103
Aroclor 1242	0.001150	0.004076	< 0.001150	< 0.001150	< 0.001150	< 0.001150	< 0.001150	< 0.001150
Aroclor 1248	0.001142	0.004047	< 0.001142	< 0.001142	< 0.001142	< 0.001142	< 0.001142	< 0.001142
Aroclor 1254	0.001163	0.004123	< 0.001163	< 0.001163	< 0.001163	< 0.001163	< 0.001163	< 0.001163
Aroclor 1260	0.000662	0.002347	< 0.000662	< 0.000662	< 0.000662	< 0.000662	< 0.000662	< 0.000662

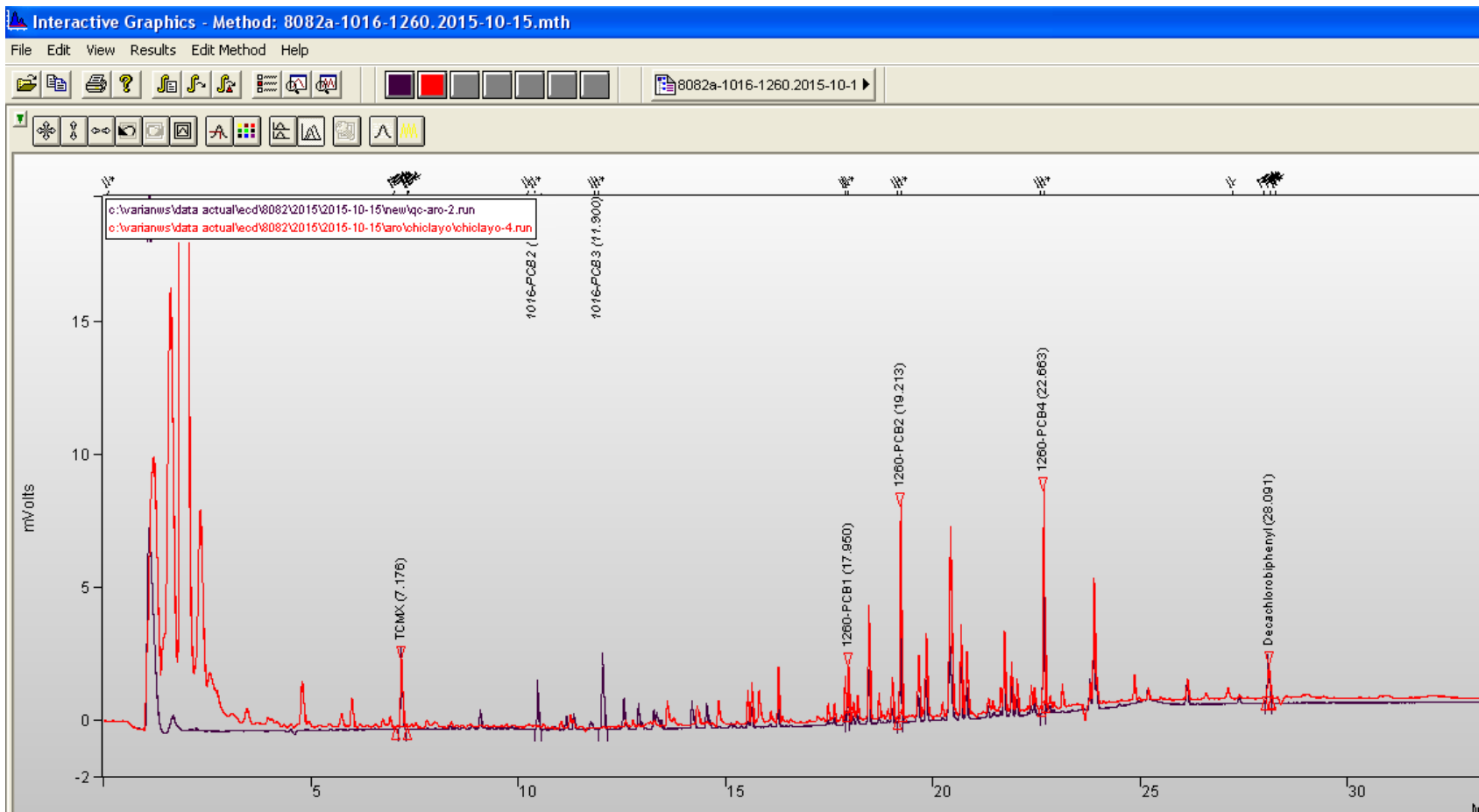
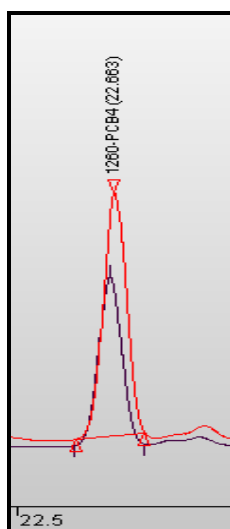
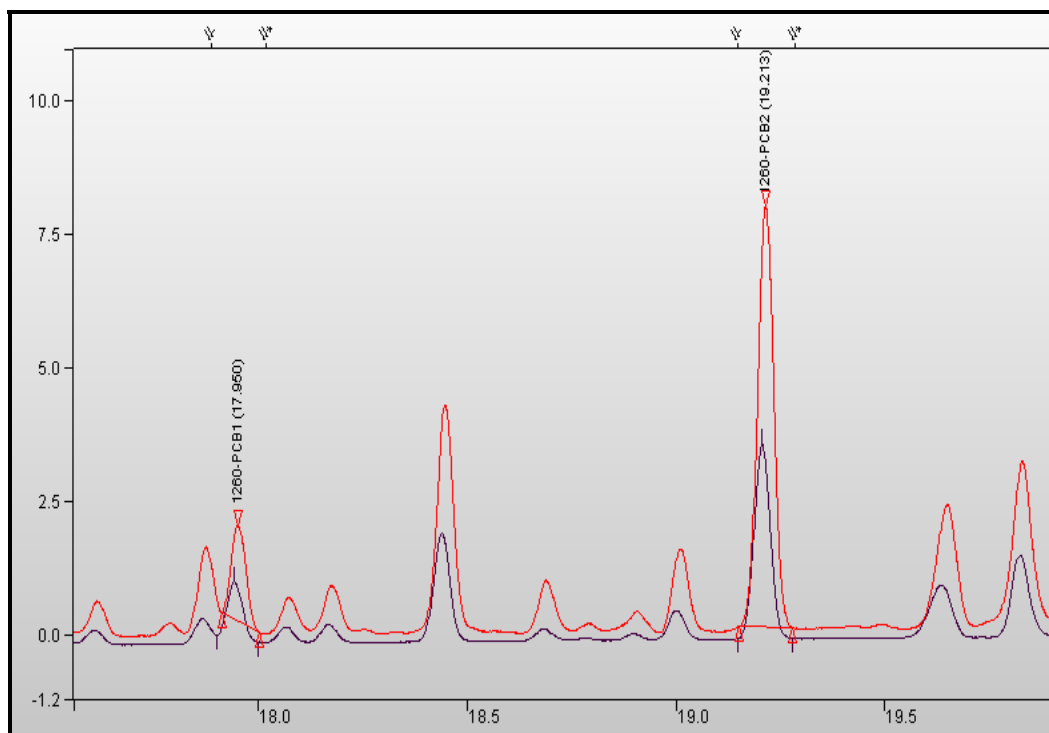


Figura 28. Cromatograma de la muestra Chiclayo 4 sobre puesta con el QC de Arocloros



**Figura 29. Pico del Aroclor 1260- 4 de la muestra y del QC**



**Figura 30. Cromatograma sobrepuestos del QC y de la muestra Chiclayo 4**

El formato de reporte muestra el área y tiempo de retención de cada analito

Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCBs) BY GAS CHROM  
 Run File : c:\varianws\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chiclayo\chiclayo-4.run  
 Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mth  
 Sample ID : CHICLAYO-4

Injection Date: 16/10/2015 14:23 Calculation Date: 16/10/2015 17:10

Operator : CROMATOGRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
 Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
 Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
 Channel : Middle = ECD Run Time : 34.467 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CE1-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
 Peak Measurement: Peak Area  
 Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/Kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	Width 1/2 (sec)	Status Codes
1	TCMX	0.004870	7.073	0.004	12353	BB	2.5	
2	1016-PCB2		10.338					M
3	1016-PCB3		11.900					M
4	1260-PCB1	0.112716	17.690	0.003	5353	BB	2.5	
5	1260-PCB2	0.109368	19.035	0.004	14353	BB	2.5	
6	1260-PCB4	0.086784	22.468	0.003	22153	BB	2.5	
7	Decachlorobi	0.002083	27.739	-0.023	4384	BB	3.7	
Totals:		0.315821		-0.019	16737			

Status Codes:  
 M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 5 Divisor: 20.0129 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: -45 microVolts LSB: 1 microVolts

Noise (used): 30 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 7 Injection Number: 1 Volume: 1.00 uL

Figura 31. Reporte de resultado de la muestra Chiclayo 4



**Tabla 35. Resultados de Chiclayo 3 y Chiclayo 4**

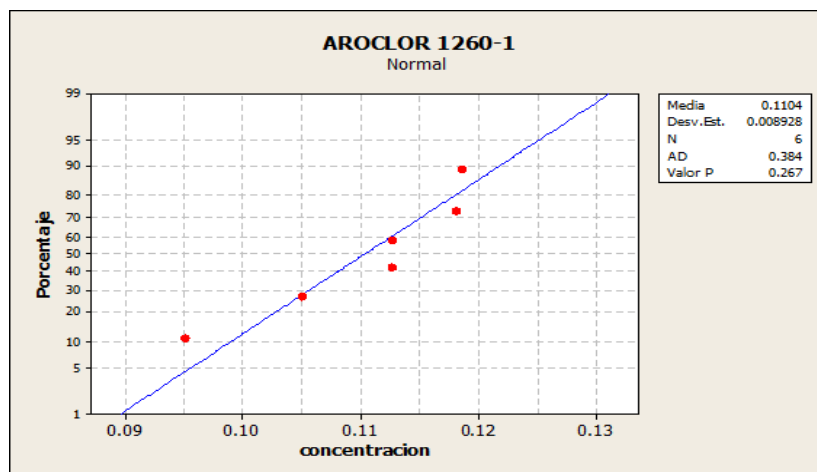
Codigo de Muestra			Chiclayo 3	Chiclayo 3001	Chiclayo 3002	Chiclayo 4	Chiclayo 4001	Chiclayo 4002
Peso de Muestra			20.0131 g	20.0073 g	20.0022 g	20.0129 g	20.0164 g	20.0155 g
Bifenilos policlorados Aroclor (PCBs) por GC/ECD	LD (mg/Kg)	LC (mg/Kg)	Resultado (mg/Kg)	Resultado (mg/Kg)	Resultado (mg/Kg)	Resultado (mg/Kg)	Resultado (mg/Kg)	Resultado (mg/Kg)
	Aroclor 1016	0.000601	0.002131	< 0.000601	< 0.000601	< 0.000601	< 0.000601	< 0.000601
Aroclor 1221	0.001628	0.005769	< 0.001628	< 0.001628	< 0.001628	< 0.001628	< 0.001628	< 0.001628
Aroclor 1232	0.001103	0.003911	< 0.001103	< 0.001103	< 0.001103	< 0.001103	< 0.001103	< 0.001103
Aroclor 1242	0.001150	0.004076	< 0.001150	< 0.001150	< 0.001150	< 0.001150	< 0.001150	< 0.001150
Aroclor 1248	0.001142	0.004047	< 0.001142	< 0.001142	< 0.001142	< 0.001142	< 0.001142	< 0.001142
Aroclor 1254	0.001163	0.004123	< 0.001163	< 0.001163	< 0.001163	< 0.001163	< 0.001163	< 0.001163
Aroclor 1260	0.000662	0.002347	< 0.000662	< 0.000662	< 0.000662	0.308868	0.302861	0.292471

**Tabla 36. Resultados de Chiclayo 5d**

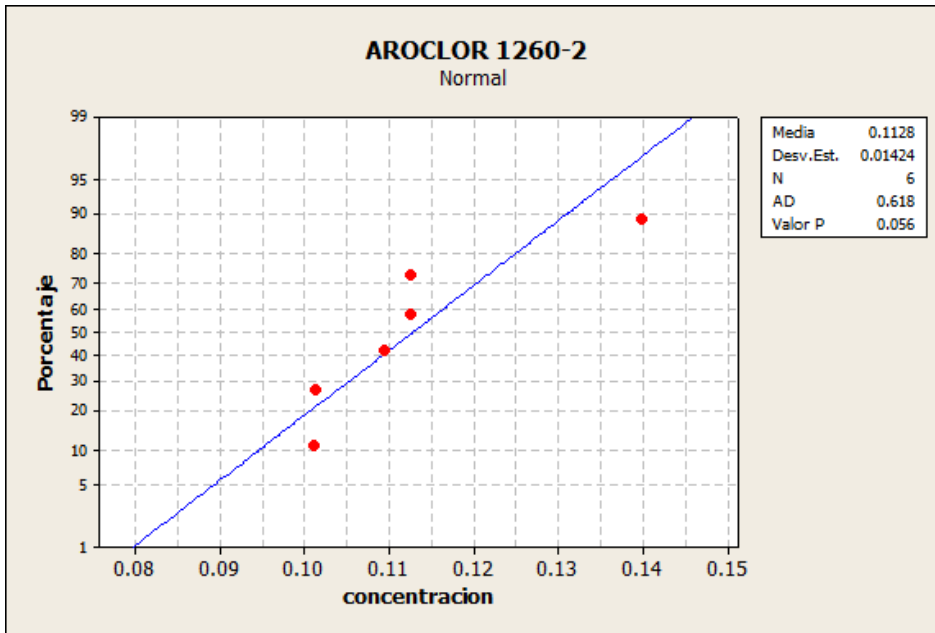
Codigo de Muestra			Chiclayo 5d	Chiclayo 5d001	Chiclayo 5d002
Peso de Muestra			20.0051 g	20.0041 g	20.0251 g
Bifenilos policlorados Aroclor (PCBs) por GC/ECD	LD (mg/Kg)	LC (mg/Kg)	Resultado (mg/Kg)	Resultado (mg/Kg)	Resultado (mg/Kg)
	Aroclor 1016	0.000601	0.002131	< 0.000601	< 0.000601
Aroclor 1221	0.001628	0.005769	< 0.001628	< 0.001628	< 0.001628
Aroclor 1232	0.001103	0.003911	< 0.001103	< 0.001103	< 0.001103
Aroclor 1242	0.001150	0.004076	< 0.001150	< 0.001150	< 0.001150
Aroclor 1248	0.001142	0.004047	< 0.001142	< 0.001142	< 0.001142
Aroclor 1254	0.001163	0.004123	< 0.001163	< 0.001163	< 0.001163
Aroclor 1260	0.000662	0.002347	0.288099	0.314322	0.338622

En el punto Chiclayo 4 y Chiclayo 5d hay presencia del Aroclor 1260 haremos el tratamiento estadístico para afirmar la hipótesis nula.

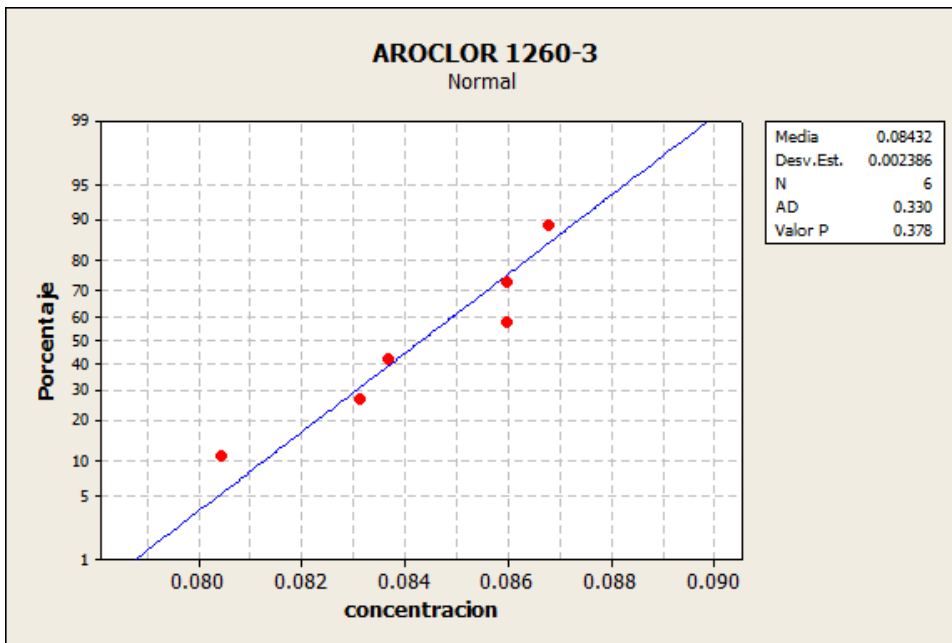
Prueba de normalidad o de Anderson Darling para cada analito.



**Gráfico 13. Prueba de normalidad AROCLOR 1260-1**



**Gráfico 14. Prueba de normalidad AROCLOR 1260-2**



**Gráfico 15. Prueba de normalidad AROCLOR 1260-3**

P value mayor que 0.05 aceptamos la  $H_0$ : el suelo está contaminado Como los datos tienen distribución normal calculamos el Z Score para detectar datos atípicos y garantizar que los resultados son veraces y precisos.

**Tabla 37. Resultados del tratamiento estadístico para las muestras Chiclayo 4 y Chiclayo 5d**

Bifenilos policlorados Aroclor (PCBs) por GC/ECD	Muestra	Resultado (mg/kg)	Promedio (mg/kg)	Desviación Standar	z score	
Aroclor 1260-1	Chiclayo 4	0.112716	0.1121	0.0068	0.0867	satisfactorio
	Chiclayo 4001	0.118573			0.9538	satisfactorio
	Chiclayo 4002	0.105101			-1.0405	satisfactorio
	Chiclayo 5d	0.095101	0.1086	0.0120	-1.1256	satisfactorio
	Chiclayo 5d001	0.118073			0.7859	satisfactorio
	Chiclayo 5d002	0.112710			0.3397	satisfactorio
Aroclor 1260-2	Chiclayo 4	0.109368	0.1040	0.0047	1.1543	satisfactorio
	Chiclayo 4001	0.101164			-0.6024	satisfactorio
	Chiclayo 4002	0.101400			-0.5519	satisfactorio
	Chiclayo 5d	0.112569	0.1217	0.0158	-0.5774	satisfactorio
	Chiclayo 5d001	0.112569			-0.5774	satisfactorio
	Chiclayo 5d002	0.139952			1.1547	satisfactorio
Aroclor 1260-4	Chiclayo 4	0.086784	0.0853	0.0019	0.7760	satisfactorio
	Chiclayo 4001	0.083124			-1.1285	satisfactorio
	Chiclayo 4002	0.085970			0.3525	satisfactorio
	Chiclayo 5d	0.080429	0.0834	0.0028	-1.0531	satisfactorio
	Chiclayo 5d001	0.083680			0.1164	satisfactorio
	Chiclayo 5d002	0.085960			0.9367	satisfactorio

Los resultados de la recuperación de los estándares surrogados fueron

**Tabla 38. Resultados del % de recuperación de los surrogados**

SUBRRROGATE	Chiclayo 4	Chiclayo 5d	% RECUP	RPD %
TCMX	0.004824	0.004892	97.2	1.40
DEACALOROBIF	0.001997	0.002099	102.4	4.86

Cumplen con los criterios de aceptación.

Los resultados para el punto Chiclayo 4 de la sub estación eléctrica Santa Rosa son:

**Tabla 39. Resultado de la muestra Chiclayo 4**

Muestra	Chiclayo 4	
Bifenilos policlorados Aroclor (PCBs) por GC/ECD	Resultado (mg/kg)	(±U) (mg/kg)
Aroclor 1260	0.3074	0.05

## 7. Discusión

- Terminado el análisis y comprobada la presencia de PCBs en los suelos de los alrededores de dos de las tres sub estaciones eléctricas muestreadas Se realizó el tratamiento estadístico a los resultados para garantizar su precisión y su veracidad por medio de los operadores estadísticos como la prueba de normalidad de Anderson Darling para garantizar la precisión y la desviación estándar con el cálculo de la Z score para identificar datos atípicos y calcular la incertidumbre de los resultados como lo nombra la ISO17025 para cumplir los criterios de calidad para los resultados.
- En la sub estación eléctrica de la ciudad de Chiclayo se identificó la presencia de PCBs y según los resultados (tabla 25), la presencia de varios congéneres presentes en una muestra advierte la contaminación por presencia de Arocloros que fue la forma más comercializada de los PCBs.
- La muestra identificada como Chiclayo 4 presenta contaminación por el Arocloro 1260 que se cuantificó por el método de estándar externo dando como resultado  $0.3074 \text{ mg/kg} \pm 0.005 \text{ mg/kg}$  así mismo el resultado confirma que la cuantificación es la más óptima para el análisis de PCBs.
- En la sub estación eléctrica de la ciudad de Chimbote se identificó PCBs como Congéneres (tabla 19), la concentración presente en las muestras no es muy variable entre si esto nos puede dar indicios de una contaminación extendida por efecto del medio ambiente ya que los PCBs son fácilmente transportados como partícula a través del aire.
- La concentración de PCBs en los suelos de la planta de producción de Caffaro en Brescia (Italia) fueron de  $0.5 \text{ mg/kg}$ , comparando con el máximo valor reportado de los suelos aledaños a la sub estación eléctrica de Chiclayo que fue  $0.3074 \text{ mg/kg}$ , el nivel de contaminación estaría por debajo del límite máximo permisible según la legislación de Perú que

reporta como límite 1.3 mg/kg. Caso contrario sería para la legislación de Italia ya que el límite máximo permisible es 0.001 mg/kg.

- El método de extracción por Soxhlet automático permitió la extracción de los PCBs en los suelos muestreados y la recuperación del estándar surrogado en un porcentaje del  $\pm 30\%$ , comparando con la metodología del Great Lakes Environmental Research Laboratory National Oceanic and Atmospheric Administration que reportan un porcentaje de recuperación del 50-130 % la metodología aplicada en este trabajo sería óptima.
- El Método desarrollado está acreditado ante la Institución de Certificación y Propiedad Intelectual (INDECOPI) por lo que se cumple con los diferentes criterios de calidad que pide el método EPA 8000 y la ISO17025 como son: adición de estándar surrogado, correr blanco muestra (BK-M), muestra control de calidad (QC) con la misma concentración que el punto medio de la curva de calibración, los cálculos de diferencia porcentual relativa entre duplicados, porcentaje de recuperación de estándar surrogado y del QC. Todos estos el resultado fueron óptimos ya que el porcentaje de recuperación fue del  $\pm 30\%$ .

## 8. Conclusiones

- Se identificó presencia de PCBs en los suelos aledaños a dos de las tres sub estaciones eléctricas muestreadas. En los suelos aledaños a la sub estación eléctrica de El Pedregal de Chíncha no se identificó suelos contaminados por PCBs.
- En los suelos aledaños a la sub estación eléctrica Chimbote 1 se identificó la presencia de PCBs como congéneres en los 4 puntos muestreados (tabla 19), la concentración máxima fue de  $1.1538 \text{ ug/kg} \pm 0.3333 \text{ ug/kg}$  resultado que no excede los  $1.3 \text{ mg/kg}$  que es el límite máximo permisible según los estándares de calidad de suelos (ECAS) que plantea el Ministerio del Ambiente en Perú para suelos Residenciales.
- En los suelos aledaños a la sub estación eléctrica de Santa Rosa de la ciudad de Chiclayo se identificó la presencia de PCBs en el punto Chiclayo 4 los que se cuantificó como congéneres (tabla 25) y arocloros (tabla 39). La concentración máxima fue de  $24.0177 \text{ ug/kg} \pm 0.3742 \text{ ug/kg}$  como congéneres y  $0.3074 \text{ mg/kg} \pm 0.05 \text{ mg/kg}$  como arocloros que no exceden los  $1.3 \text{ mg/kg}$  que son el límite máximo permisible según los estándares de calidad de suelos (ECAS) que plantea el Ministerio del Ambiente en Perú para suelos Residenciales.
- La metodología de análisis por cromatografía de gases con detector de captura de electrones (ECD) permitió separar, identificar y cuantificar inequívocamente los PCBs en los suelos de zonas aledañas a las sub estaciones eléctricas de Chíncha, Chimbote y Chiclayo.

## 9. Referencias Bibliográficas

Afton, N.C. (1982). Carolinians Angry Over PCB Landfill. Special to the New York Times.

Ahmad, S. U., Tariq, S., Jalali, S., Ahmad, M. M. (2003) Environmental pollutant Aroclor 1242 (PCB) disrupts reproduction in adult male rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Environmental Research* 93: 272 – 278.

Bisquerra, A. R. (2009) *Metodología de la Investigación Educativa*, Segunda Edición, Editorial La Muralla: 149-250.

Breivik, K., Sweetman, A., Pacyna, J.M., Jones, K.C. (2002) Towards a global historical emission inventory for selected PCB congeners – a mass balance approach 1. Global production and consumption. *The Science of the Total Environment* 290: 181 – 198.

EPA Method 3500 C Determinative Chromatographic Separations. (2007)

EPA Method 3541 Automated Soxhlet Extraction. (1994)

EPA Method 3600 C Clean Up. (1996)

EPA Method 8000 C Determinative Chromatographic Separations. (2003)

EPA Method 8082 A Polychlorinated Biphenyls (PCBs) by Gas Chromatography. (2007)

CONAMA. (2009). *Tecnologías de Eliminación de PCB*. Santiago de Chile.

Furukawa, K. (2000) Biochemical and genetics bases of microbial degradation of polychlorinated biphenyls (PCBs). *J. Gen. Appl. Microbiol.*, 46(6), 283-296.

Harris, D. (2007). *Análisis Químico Cuantitativo*, tercera edición, Editorial Reverté.  
Kostecky, P.T.; Calabrese, E.J. (1991). *Hydrocarbon contaminated soils and groundwater*. Vol 1. Lewis Publishers. USA.

Kalinovich. I., Rutter. A., Poland. J. S., Cairns. G., R. Rowe. K. (2008) *Remediation of PCB contaminated soils in the Canadian Arctic: Excavation and surface PRB technology*. School of Environmental Studies, Queen's University, Kingston Ontario Canada,

Mandalakis, M., Holmstrand, H., Anderson, P., Gustafsson, Ö. (2008) *Compound-specific chlorine isotope analysis of polychlorinated biphenyls isolated from Aroclor and Clophen technical mixtures*. *Chemosphere* 71: 299 – 305.

Mendoza, M. (2012). *Diagnóstico sobre el manejo de PCB en el sector minero y Empresas proveedoras de servicios*. Lima: Proyecto CRBAS – FMAM/PNUMA “Mejores Prácticas para el Manejo de PCB en el Sector Minero Sudamericano”.

Mendoza, M., Minpetel S.A. (2010). *Procedimiento de Control y Vigilancia de Equipos y residuos con PCB en el Sub Sector Eléctrico*. Consultoría realizada para OSINERGMIN, Lima.

Ministerio del Ambiente, Dirección General de Calidad Ambiental. (2014) *Guía para el Muestreo de Suelos*, MINAM-Lima.

Peuke, A.D., Rennenberg, H. (2005) *Phytoremediation*. *EMBO Rep.*, 6(6), 497-501

Rubinson, Rubinson. (2001) *Análisis Instrumental*, Editorial Prentice Hall.

Sabroso, G.M., Pastror, E. A. (2004) *Guía sobre Suelos Contaminados*. Zaragoza.

Sarabia, J.M. & Pascual, M. (2005) *Curso Básico de Estadística para Economía y Administración de Empresas*. Cantabria: Universidad de Cantabria.



Schell, L.M., Burnitz, K. K., Lathrop, P. W. (2010) Pollution and human biology. *Ann. Hum. Biol.*, 37(3), 347-366.

Seely, D. (2014) Remedial Project Manager, US Environmental Protection Agency

Skoog, D. A., West, D. M., Holler, F. J., Crouch, S. R. (2001-1) *Química Analítica*, Séptima Edición, Editorial Mc Graw Hill.

Skoog, D. A., Holler, F. J., Nieman, T. A. (2001-2) *Principios de Análisis Instrumental*, Quinta Edición. , Editorial Mc Graw Hill.

Turrio, L. (2008) PCDD/F and PCB in human serum of differently exposed population groups of an Italian city. *Journal Chemosphere*, vol. 73, 228-229.

US Environmental Protección Agency. (2016) Rest of River of the GE-Pittsfield / Housatonic River Site.

Van Hoof, P., Hsieh, J. (1996) *Analysis of Polychlorinated Biphenyls and Chlorinated Pesticides by Gas Chromatography with Electron Capture Detection*, Great Lakes Environmental Research Laboratory National Oceanic and Atmospheric Administration.

<http://chm.pops.int/>

[www.atsdr.cdc.gov/cercla/07list.html](http://www.atsdr.cdc.gov/cercla/07list.html)

## 10. Anexos

### Reportes de resultados y cromatogramas

Title : CONGENERS POLYCHLORINATED BIPHENYLS (PCBs) BY GAS CHROMATOGR  
Run File : c:\varianws\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\bk-m.run  
Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mth  
Sample ID : BK-M

Injection Date: 16/10/2015 7:38 Calculation Date: 16/10/2015 9:25

Operator : CROMATOGRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
Channel : Middle = ECD Run Time : 34.467 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CE1-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
Peak Measurement: Peak Area  
Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Width Sep. Code	1/2 (sec)	Status Codes
1	TCMX		7.069					M
2	1016-PCB2		10.338					M
3	1016-PCB3		11.900					M
4	1260-PCB1		17.690					M
5	1260-PCB2		19.035					M
6	1260-PCB4		22.468					M
7	Decachlorobi	0.002391	27.727	-0.035	5634	BB	2.5	
Totals:		0.002391		-0.035	5634			

Status Codes:  
M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 1 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 5 Divisor: 20.0052 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: -62 microVolts LSB: 1 microVolts

Noise (used): 75 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 3 Injection Number: 1 Volume: 1.00 uL

Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCBs) BY GAS CHROM  
 Run File : c:\varianws\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chiclayo-1.run  
 Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mth  
 Sample ID : CHICLAYO-1

Injection Date: 16/10/2015 8:41 Calculation Date: 16/10/2015 10:28

Operator : CROMATOGRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
 Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
 Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
 Channel : Middle = ECD Run Time : 34.467 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CE1-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
 Peak Measurement: Peak Area  
 Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	1/2 (sec)	Status Codes
1	TCMX	0.005052	7.078	0.009	5614	EB	2.2	
2	1016-PCB2		10.338					M
3	1016-PCB3		11.900					M
4	1260-PCB1		17.690					M
5	1260-PCB2		19.035					M
6	1260-PCB4		22.468					M
7	Decachlorobi	0.002018	27.719	-0.043	2377	EB	3.7	
Totals:		0.007070		-0.034	7991			

Status Codes:  
 M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 10 Divisor: 20.0025 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: 84 microVolts LSB: 1 microVolts

Noise (used): 18 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 4 Injection Number: 1 Volume: 1.00 uL

Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCBs) BY GAS CHROM  
 Run File : c:\varianws\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chiclayo-1001.run  
 Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mth  
 Sample ID : CHICLAYO-1

Injection Date: 16/10/2015 9:18 Calculation Date: 16/10/2015 10:41

Operator : CROMATOGRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
 Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
 Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
 Channel : Middle = ECD Run Time : 34.467 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CE1-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
 Peak Measurement: Peak Area  
 Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	Width 1/2 (sec)	Status Codes
1	TCMX	0.004212	7.063	-0.006	9363	BB	2.5	
2	1016-PCB2		10.338					M
3	1016-PCB3		11.900					M
4	1260-PCB1		17.690					M
5	1260-PCB2		19.035					M
6	1260-PCB4		22.468					M
7	Decachlorobi	0.001397	27.723	-0.039	3293	BB	3.7	
Totals:		0.005609		-0.045	12656			

Status Codes:  
 M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 5 Divisor: 20.0085 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: -47 microVolts LSB: 1 microVolts

Noise (used): 28 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 4 Injection Number: 2 Volume: 1.00 uL

Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCBs) BY GAS CHROM  
 Run File : c:\varianws\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chiclayo-2.run  
 Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mth  
 Sample ID : CHICLAYO-2

Injection Date: 16/10/2015 10:39 Calculation Date: 16/10/2015 12:43

Operator : CROMATOGRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
 Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
 Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
 Channel : Middle = ECD Run Time : 34.465 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CE1-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
 Peak Measurement: Peak Area  
 Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	1/2 (sec)	Status Codes
1	TCMX	0.004869	7.092	0.023	10823	EB	4.1	
2	1016-PCB2		10.338					M
3	1016-PCB3		11.900					M
4	1260-PCB1		17.690					M
5	1260-PCB2		19.035					M
6	1260-PCB4		22.468					M
7	Decachlorobi	0.001388	27.752	-0.010	3269	EB	3.9	
Totals:		0.006257		0.013	14092			

Status Codes:  
 M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 5 Divisor: 20.006 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: 69 microVolts LSB: 1 microVolts

Noise (used): 14 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 5 Injection Number: 1 Volume: 1.00 uL

Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCBs) BY GAS CHROM  
 Run File : c:\varianws\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chiclayo-1002.run  
 Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mch  
 Sample ID : CHICLAYO-1

Injection Date: 16/10/2015 9:55 Calculation Date: 16/10/2015 12:40

Operator : CROMATOGRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
 Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
 Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
 Channel : Middle = ECD Run Time : 34.467 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CE1-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
 Peak Measurement: Peak Area  
 Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	Width 1/2 (sec)	Status Codes
1	TCHX	0.005062	7.066	-0.003	11256	BB	2.3	
2	1016-PCB2		10.338					M
3	1016-PCB3		11.900					M
4	1260-PCB1		17.690					M
5	1260-PCB2		19.035					M
6	1260-PCB4		22.468					M
7	Decachlorobi	0.001681	27.726	-0.036	3962	BB	3.6	
Totals:		0.006743		-0.039	15218			

Status Codes:  
 M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 5 Divisor: 20.0126 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: -49 microVolts LSB: 1 microVolts

Noise (used): 27 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 4 Injection Number: 3 Volume: 1.00 uL

Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCBs) BY GAS CHROM  
 Run File : c:\varianws\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chiclayo-2001.run  
 Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mth  
 Sample ID : CHICLAYO-2

Injection Date: 16/10/2015 11:17 Calculation Date: 16/10/2015 16:15

Operator : CROMATOGRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
 Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
 Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
 Channel : Middle = ECD Run Time : 34.467 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CEL-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
 Peak Measurement: Peak Area  
 Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	Width 1/2 (sec)	Status Codes
1	TCMX	0.005371	7.066	-0.003	11936	BB	2.3	
2	1016-PCB2		10.338					M
3	1016-PCB3		11.900					M
4	1260-PCB1		17.690					M
5	1260-PCB2		19.035					M
6	1260-PCB4		22.468					M
7	Decachlorobi	0.001911	27.729	-0.032	4503	BB	3.8	
Totals:		0.007282		-0.035	16439			

Status Codes:  
 M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 5 Divisor: 20.0037 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: -2 microVolts LSB: 1 microVolts

Noise (used): 33 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 5 Injection Number: 2 Volume: 1.00 uL

Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCBs) BY GAS CHROM  
 Run File : c:\varianws\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chiclayo-2002.run  
 Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mth  
 Sample ID : CHICLAYO-2

Injection Date: 16/10/2015 11:54 Calculation Date: 16/10/2015 16:21

Operator : CROMATOGRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
 Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
 Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
 Channel : Middle = ECD Run Time : 34.467 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CEL-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
 Peak Measurement: Peak Area  
 Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	Width 1/2 (sec)	Status Codes
1	TCMX	0.004285	7.067	-0.002	9522	BB	2.3	
2	1016-PCB2		10.338					M
3	1016-PCB3		11.900					M
4	1260-PCB1		17.690					M
5	1260-PCB2		19.035					M
6	1260-PCB4		22.468					M
7	Decachlorobi	0.001436	27.730	-0.032	3383	BB	3.7	
Totals:		0.005721		-0.034	12905			

Status Codes:  
 M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 5 Divisor: 20.0009 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: -58 microVolts LSB: 1 microVolts

Noise (used): 33 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 5 Injection Number: 3 Volume: 1.00 uL



Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCEs) BY GAS CHROM  
 Run File : c:\varianws\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chiclayo-3.run  
 Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mth  
 Sample ID : CHICLAYO-3

Injection Date: 16/10/2015 12:31 Calculation Date: 16/10/2015 16:33

Operator : CROMATOGRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
 Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
 Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
 Channel : Middle = ECD Run Time : 34.467 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CE1-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
 Peak Measurement: Peak Area  
 Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	Width 1/2 (sec)	Status Codes
1	TCMX	0.005426	7.071	0.002	12062	BB	2.3	
2	1016-PCE2		10.338					M
3	1016-PCE3		11.900					M
4	1260-PCE1		17.690					M
5	1260-PCE2		19.035					M
6	1260-PCE4		22.468					M
7	Decachlorobi	0.001995	27.737	-0.025	4700	BB	3.9	
Totals:		0.007421		-0.023	16762			

Status Codes:  
 M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 5 Divisor: 20.0073 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: -43 microVolts LSB: 1 microVolts

Noise (used): 24 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 6 Injection Number: 1 Volume: 1.00 uL

Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCBs) BY GAS CHROM  
 Run File : c:\varianws\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chiclayo-3001.run  
 Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mch  
 Sample ID : CHICLAYO-3

Injection Date: 16/10/2015 13:08 Calculation Date: 16/10/2015 16:44

Operator : CROMATOGRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
 Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
 Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
 Channel : Middle = ECD Run Time : 34.467 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CE1-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
 Peak Measurement: Peak Area  
 Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	Width 1/2 (sec)	Status Codes
1	TCMX	0.005559	7.069	0.001	12355	BB	2.4	
2	1016-PCB2		10.338					M
3	1016-PCB3		11.900					M
4	1260-PCB1		17.690					M
5	1260-PCB2		19.035					M
6	1260-PCB4		22.468					M
7	Decachlorobi	0.001996	27.735	-0.027	4701	BB	3.6	
Totals:		0.007555		-0.026	17056			

Status Codes:  
 M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 5 Divisor: 20.0022 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: -24 microVolts LSB: 1 microVolts

Noise (used): 20 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 6 Injection Number: 2 Volume: 1.00 uL

Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCEs) BY GAS CHROM  
 Run File : c:\varianws\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chiclayo-3002.run  
 Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mth  
 Sample ID : CHICLAYO-3

Injection Date: 16/10/2015 13:45 Calculation Date: 16/10/2015 16:48

Operator : CROMATOGRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
 Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
 Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
 Channel : Middle = ECD Run Time : 34.467 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CE1-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
 Peak Measurement: Peak Area  
 Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	Width 1/2 (sec)	Status Codes
1	TCMX	0.004133	7.084	0.015	9184	BB	3.9	
2	1016-PCB2		10.338					M
3	1016-PCB3		11.900					M
4	1260-PCB1		17.690					M
5	1260-PCB2		19.035					M
6	1260-PCB4		22.468					M
7	Decachlorobi	0.001348	27.734	-0.028	3175	BB	3.9	
Totals:		0.005481		-0.013	12359			

Status Codes:  
 M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 5 Divisor: 20.0007 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: -50 microVolts LSB: 1 microVolts

Noise (used): 31 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 6 Injection Number: 3 Volume: 1.00 uL

Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCBs) BY GAS CHROM  
 Run File : c:\varianws\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chiclayo\chiclayo-4.run  
 Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mth  
 Sample ID : CHICLAYO-4

Injection Date: 16/10/2015 14:23 Calculation Date: 16/10/2015 17:10

Operator : CROMATOGRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
 Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
 Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
 Channel : Middle = ECD Run Time : 34.467 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CE1-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
 Peak Measurement: Peak Area  
 Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/Kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	Width 1/2 (sec)	Status Codes
1	TCMX	0.004870	7.073	0.004	12353	BB	2.5	
2	1016-PCB2		10.338					M
3	1016-PCB3		11.900					M
4	1260-PCB1	0.112716	17.690	0.003	5353	BB	2.5	
5	1260-PCB2	0.109368	19.035	0.004	14353	BB	2.5	
6	1260-PCB4	0.086784	22.468	0.003	22153	BB	2.5	
7	Decachlorobi	0.002083	27.739	-0.023	4384	BB	3.7	
Totals:		0.315821		-0.019	16737			

Status Codes:  
 M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 5 Divisor: 20.0129 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: -45 microVolts LSB: 1 microVolts

Noise (used): 30 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 7 Injection Number: 1 Volume: 1.00 uL

Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCBs) BY GAS CHROM  
 Run File : c:\varianw\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chiclayo\chiclayo-4001.run  
 Method File : c:\varianw\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mth  
 Sample ID : CHICLAYO-4

Injection Date: 16/10/2015 15:00 Calculation Date: 16/10/2015 17:18

Operator : CROMATOGRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
 Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
 Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
 Channel : Middle = ECD Run Time : 34.467 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CE1-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
 Peak Measurement: Peak Area  
 Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/Kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	Width 1/2 (sec)	Status Codes
1	TCMX	0.004836	7.176	-0.006	10757	EB	3.7	
2	1016-PCB2		10.466					M
3	1016-PCB3		12.035					M
4	1260-PCB1	0.118573	17.950	0.003	3642	EB	2.3	
5	1260-PCB2	0.101164	19.213	0.006	13924	EB	2.0	
6	1260-PCB4	0.083124	22.663	0.003	21789	EB	2.5	
7	Decachlorobi	0.001928	28.089	0.004	4545	EB	3.7	
Totals:		0.299625		0.010	54657			

Status Codes:  
 M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 5 Divisor: 20.0164 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: -7 microVolts LSB: 1 microVolts

Noise (used): 34 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 7 Injection Number: 2 Volume: 1.00 uL

Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCBs) BY GAS CHROM  
 Run File : c:\varianus\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chiclayo\chiclayo-4002.run  
 Method File : c:\varianus\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mth  
 Sample ID : CHICLAYO-4

Injection Date: 16/10/2015 15:37 Calculation Date: 16/10/2015 17:24

Operator : CROMATOGRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
 Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
 Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
 Channel : Middle = ECD Run Time : 34.467 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CE1-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
 Peak Measurement: Peak Area  
 Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/Kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	Width 1/2 (sec)	Status Codes
1	TCMX	0.004767	7.176	-0.006	10603	BB	3.7	
2	1016-PCB2		10.466					M
3	1016-PCB3		12.035					M
4	1260-PCB1	0.105101	17.950	0.003	2921	BB	2.3	
5	1260-PCB2	0.101400	19.213	0.006	15487	BB	2.1	
6	1260-PCB4	0.085970	22.663	0.003	22533	BB	2.6	
7	Decachlorobi	0.001976	28.089	0.004	4658	BB	3.8	
Totals:		0.289204		0.010	56202			

Status Codes:  
 M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 5 Divisor: 20.0077 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: -25 microVolts LSB: 1 microVolts

Noise (used): 29 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 7 Injection Number: 3 Volume: 1.00 uL

Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCBs) BY GAS CHROM  
 Run File : c:\varianvs\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chiclayo\chiclayo-5-d.run  
 Method File : c:\varianvs\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mth  
 Sample ID : CHICLAYO-5-D

Injection Date: 16/10/2015 18:06 Calculation Date: 19/10/2015 9:25

Operator : CROMATOGRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
 Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
 Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
 Channel : Middle = ECD Run Time : 34.467 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CE1-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
 Peak Measurement: Peak Area  
 Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/Kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	1/2 (sec)	Status Codes
1	TCMX	0.004916	7.176	-0.000	9822	BB	3.6	
2	1016-PCB2		10.338					M
3	1016-PCB3		11.900					M
4	1260-PCB1	0.095101	17.950	-0.005	2921	BB	2.3	
5	1260-PCB2	0.112569	19.213	-0.002	20248	BB	2.5	
6	1260-PCB4	0.080429	22.663	0.001	21083	BB	2.6	
7	Decachlorobi	0.002011	28.091	0.006	4936	BB	3.7	
----- Totals: -----		0.314609		0.000	59010			

Status Codes:  
 M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 5 Divisor: 20.0051 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: -23 microVolts LSB: 1 microVolts

Noise (used): 34 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 9 Injection Number: 1 Volume: 1.00 uL

Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCBs) BY GAS CHROM  
 Run File : c:\varianws\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chiclayo\chiclayo-5-d001.run  
 Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mth  
 Sample ID : CHICLAYO-5-D

Injection Date: 16/10/2015 18:43 Calculation Date: 19/10/2015 8:59

Operator : CROMATOGRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
 Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
 Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
 Channel : Middle = ECD Run Time : 34.467 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CE1-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
 Peak Measurement: Peak Area  
 Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/Kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	Width 1/2 (sec)	Status Codes
1	TCDX	0.004848	7.176	-0.000	9671	BB	3.6	
2	1016-PCB2		10.338					M
3	1016-PCB3		11.900					M
4	1260-PCB1	0.118073	17.950	-0.005	3642	BB	2.3	
5	1260-PCB2	0.112569	19.213	-0.002	20248	BB	2.5	
6	1260-PCB4	0.083680	22.663	0.001	21935	BB	2.6	
7	Decachlorobi	0.002094	28.091	0.006	4936	BB	3.7	
Totals:		0.341264		0.000	60432			

Status Codes:  
 M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 5 Divisor: 20.0041 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: 20 microVolts LSB: 1 microVolts

Noise (used): 38 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 9 Injection Number: 2 Volume: 1.00 uL



Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCBs) BY GAS CHROM  
 Run File : c:\varianws\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chiclayo\chiclayo-5-d002.run  
 Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mth  
 Sample ID : CHICLAYO-5-D

Injection Date: 16/10/2015 19:20 Calculation Date: 19/10/2015 8:59

Operator : CROMATOGRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
 Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
 Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
 Channel : Middle = ECD Run Time : 34.467 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CEL-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
 Peak Measurement: Peak Area  
 Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/Kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	Width 1/2 (sec)	Status Codes
1	TCHX	0.004911	7.176	-0.000	9811	EB	3.6	
2	1016-PCB2		10.338					M
3	1016-PCB3		11.900					M
4	1260-PCB1	0.112710	17.950	-0.005	4384	EB	2.3	
5	1260-PCB2	0.139952	19.213	-0.002	21376	EB	2.5	
6	1260-PCB4	0.085960	22.663	0.001	22533	EB	2.6	
7	Decachlorobi	0.002242	28.091	0.006	5285	EB	3.7	
Totals:		0.375281		0.000	63389			

Status Codes:  
 M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 5 Divisor: 20.0011 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: -22 microVolts LSB: 1 microVolts

Noise (used): 28 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 9 Injection Number: 3 Volume: 1.00 uL

Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCEs) BY GAS CHROM  
 Run File : c:\varianws\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chimbote\chimbote-1.run  
 Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mth  
 Sample ID : CHIMBOTE-1

Injection Date: 16/10/2015 19:58 Calculation Date: 19/10/2015 9:39

Operator : CROMATOGRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
 Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
 Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
 Channel : Middle = ECD Run Time : 34.465 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CE1-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
 Peak Measurement: Peak Area  
 Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	Width 1/2 (sec)	Status Codes
1	TCMX	0.004924	7.070	0.001	10943	BB	2.4	
2	1016-PCE2		10.338					M
3	1016-PCE3		11.900					M
4	1260-PCE1		17.690					M
5	1260-PCE2		19.035					M
6	1260-PCB4		22.468					M
7	Decachlorobi	0.001891	27.770	0.008	4455	BB	3.7	
Totals:		0.006815		0.009	15398			

Status Codes:  
 M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 5 Divisor: 20.0029 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: 29 microVolts LSB: 1 microVolts

Noise (used): 24 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 10 Injection Number: 1 Volume: 1.00 uL

Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCEs) BY GAS CHROM  
 Run File : c:\varianws\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chimbote\chimbote-1001.run  
 Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mth  
 Sample ID : CHIMBOTE-1

Injection Date: 16/10/2015 20:35 Calculation Date: 19/10/2015 9:42

Operator : CROMATOGRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
 Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
 Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
 Channel : Middle = ECD Run Time : 34.467 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CE1-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
 Peak Measurement: Peak Area  
 Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	Width 1/2 (sec)	Status Codes
1	TCMX	0.004708	7.071	0.002	10468	BB	2.4	
2	1016-PCB2		10.338					M
3	1016-PCB3		11.900					M
4	1260-PCB1		17.690					M
5	1260-PCB2		19.035					M
6	1260-PCB4		22.468					M
7	Decachlorobi	0.001942	27.775	0.013	4576	BB	3.8	
Totals:		0.006650		0.015	15044			

Status Codes:  
 M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 5 Divisor: 20.0091 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: 40 microVolts LSB: 1 microVolts

Noise (used): 31 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 10 Injection Number: 2 Volume: 1.00 uL

Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCBs) BY GAS CHROM  
Run File : c:\varianws\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chimbote\chimbote-1002.run  
Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mth  
Sample ID : CHIMEOTE-1

Injection Date: 16/10/2015 21:12 Calculation Date: 19/10/2015 9:46

Operator : CROMATOGRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
Channel : Middle = ECD Run Time : 34.467 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CE1-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
Peak Measurement: Peak Area  
Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	Width 1/2 (sec)	Status Codes
1	TCMX	0.005066	7.075	0.006	11270	BB	4.0	
2	1016-PCB2		10.338					M
3	1016-PCB3		11.900					M
4	1260-PCB1		17.690					M
5	1260-PCB2		19.035					M
6	1260-PCB4		22.468					M
7	Decachlorobi	0.001837	27.772	0.010	4330	BB	4.0	
Totals:		0.006903		0.016	15600			

Status Codes:  
M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 5 Divisor: 20.0217 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: -35 microVolts LSB: 1 microVolts

Noise (used): 22 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 10 Injection Number: 3 Volume: 1.00 uL

Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCBs) BY GAS CHROM  
 Run File : c:\varianws\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chimbote\chimbote-2.run  
 Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mth  
 Sample ID : CHIMBOTE-2

Injection Date: 16/10/2015 21:49 Calculation Date: 19/10/2015 9:55

Operator : CROMATOGRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
 Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
 Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
 Channel : Middle = ECD Run Time : 34.467 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CE1-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
 Peak Measurement: Peak Area  
 Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	Width 1/2 (sec)	Status Codes
1	TCMX	0.005851	7.119	0.050	10835	BB	3.3	
2	1016-PCB2		10.338					M
3	1016-PCB3		11.900					M
4	1260-PCB1		17.690					M
5	1260-PCB2		19.035					M
6	1260-PCB4		22.468					M
7	Decachlorobi	0.001647	27.753	-0.009	3232	BB	3.7	
Totals:		0.007498		0.041	14067			

Status Codes:  
 M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 5 Divisor: 20.0006 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: 42 microVolts LSB: 1 microVolts

Noise (used): 27 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 11 Injection Number: 1 Volume: 1.00 uL

Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCEs) BY GAS CHROM  
 Run File : c:\varianws\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chimbote\chimbote-2001.run  
 Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mth  
 Sample ID : CHIMBOTE-2

Injection Date: 16/10/2015 22:27 Calculation Date: 19/10/2015 9:58

Operator : CROMATOGRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
 Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
 Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
 Channel : Middle = ECD Run Time : 34.467 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CE1-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
 Peak Measurement: Peak Area  
 Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	Width 1/2 (sec)	Status Codes
1	TCMX	0.004671	7.068	-0.001	10387	BB	2.5	
2	1016-PCE2		10.338					M
3	1016-PCE3		11.900					M
4	1260-PCE1		17.690					M
5	1260-PCE2		19.035					M
6	1260-PCE4		22.468					M
7	Decachlorobi	0.001963	27.767	0.006	4628	BB	3.7	
Totals:		0.006634		0.005	15015			

Status Codes:  
 M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 5 Divisor: 20.0144 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: -17 microVolts LSB: 1 microVolts

Noise (used): 29 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 11 Injection Number: 2 Volume: 1.00 uL

Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCBs) BY GAS CHROM  
 Run File : c:\varianws\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chimbote\chimbote-2002.run  
 Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mth  
 Sample ID : CHIMBOTE-2

Injection Date: 16/10/2015 23:04 Calculation Date: 19/10/2015 10:01

Operator : CROMATOGRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
 Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
 Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
 Channel : Middle = ECD Run Time : 34.467 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CE1-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
 Peak Measurement: Peak Area  
 Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	Width 1/2 (sec)	Status Codes
1	TCMX	0.004781	7.072	0.003	10638	BB	2.5	
2	1016-PCE2		10.338					M
3	1016-PCE3		11.900					M
4	1260-PCE1		17.690					M
5	1260-PCE2		19.035					M
6	1260-PCE4		22.468					M
7	Decachlorobi	0.001950	27.771	0.009	4599	BB	3.8	
Totals:		0.006731		0.012	15237			

Status Codes:  
 M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 5 Divisor: 20.0278 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: 27 microVolts LSB: 1 microVolts

Noise (used): 26 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 11 Injection Number: 3 Volume: 1.00 uL

Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCBs) BY GAS CHROM  
 Run File : c:\varianws\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chimbote\chimbote-3.run  
 Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mth  
 Sample ID : CHIMBOTE-3

Injection Date: 16/10/2015 23:41 Calculation Date: 19/10/2015 10:03

Operator : CROMATOGRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
 Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
 Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
 Channel : Middle = ECD Run Time : 34.467 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CEL-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
 Peak Measurement: Peak Area  
 Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	Width 1/2 (sec)	Status Codes
1	TCMX	0.005015	7.075	0.006	11151	BB	2.9	
2	1016-PCB2		10.338					M
3	1016-PCB3		11.900					M
4	1260-PCB1		17.690					M
5	1260-PCB2		19.035					M
6	1260-PCB4		22.468					M
7	Decachlorobi	0.001976	27.772	0.010	4658	BB	3.7	
Totals:		0.006991		0.016	15809			

Status Codes:  
 M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 5 Divisor: 20.0131 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: 32 microVolts LSB: 1 microVolts

Noise (used): 24 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 12 Injection Number: 1 Volume: 1.00 uL



Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCBs) BY GAS CHROM  
 Run File : c:\varianws\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chimbote\chimbote-3001.run  
 Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mth  
 Sample ID : CHIMBOTE-3

Injection Date: 17/10/2015 0:18 Calculation Date: 19/10/2015 15:15

Operator : CROMATOGRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
 Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
 Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
 Channel : Middle = ECD Run Time : 34.467 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CE1-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
 Peak Measurement: Peak Area  
 Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	1/2 (sec)	Status Codes
1	TCMX	0.004980	7.076	0.007	11077	BB	3.5	
2	1016-PCE2		10.338					M
3	1016-PCE3		11.900					M
4	1260-PCE1		17.690					M
5	1260-PCE2		19.035					M
6	1260-PCE4		22.468					M
7	Decachlorobi	0.001944	27.779	0.017	4584	BB	3.7	
Totals:		0.006924		0.024	15661			

Status Codes:  
 M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 5 Divisor: 20.0201 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: 39 microVolts LSB: 1 microVolts

Noise (used): 23 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 12 Injection Number: 2 Volume: 1.00 uL

Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCBs) BY GAS CHROM  
 Run File : c:\varianws\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chimbote\chimbote-3002.run  
 Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mth  
 Sample ID : CHIMBOTE-3

Injection Date: 17/10/2015 0:55 Calculation Date: 19/10/2015 15:18

Operator : CROMATOCRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
 Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
 Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
 Channel : Middle = ECD Run Time : 34.467 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CE1-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
 Peak Measurement: Peak Area  
 Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	1/2 (sec)	Status Codes
1	TCMX	0.005533	7.118	0.049	12298	BE	4.4	
2	1016-PCB2		10.338					M
3	1016-PCB3		11.900					M
4	1260-PCB1		17.690					M
5	1260-PCB2		19.035					M
6	1260-PCB4		22.468					M
7	Decachlorobi	0.001611	27.761	-0.001	3795	BE	3.8	
Totals:		0.007144		0.048	16093			

Status Codes:  
 M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 5 Divisor: 20.0051 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: 31 microVolts LSB: 1 microVolts

Noise (used): 29 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 12 Injection Number: 3 Volume: 1.00 uL

Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCBs) BY GAS CHROM  
 Run File : c:\varianws\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chimbote\chimbote-4.run  
 Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mth  
 Sample ID : CHIMBOTE-4

Injection Date: 17/10/2015 1:33 Calculation Date: 19/10/2015 15:31

Operator : CROMATOGRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
 Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
 Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
 Channel : Middle = ECD Run Time : 34.467 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CE1-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
 Peak Measurement: Peak Area  
 Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	Width 1/2 (sec)	Status Codes
1	TCMX	0.005098	7.121	0.052	10737	BB	3.1	
2	1016-PCB2		10.338					M
3	1016-PCB3		11.900					M
4	1260-PCB1		17.690					M
5	1260-PCB2		19.035					M
6	1260-PCB4		22.468					M
7	Decachlorobi	0.001982	27.754	-0.008	3105	BB	3.7	
Totals:		0.007380		0.044	13842			

Status Codes:  
 M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 6 Divisor: 20.0011 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: -7 microVolts LSB: 1 microVolts

Noise (used): 40 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 13 Injection Number: 1 Volume: 1.00 uL

Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCBs) BY GAS CHROM  
 Run File : c:\varianws\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chimbote\chimbote-4002.run  
 Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mth  
 Sample ID : CHIMBOTE-4

Injection Date: 17/10/2015 2:47 Calculation Date: 19/10/2015 16:15

Operator : CROMATOCRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
 Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
 Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
 Channel : Middle = ECD Run Time : 34.467 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CE1-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
 Peak Measurement: Peak Area  
 Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	Width 1/2 (sec)	Status Codes
1	TCMX	0.005295	7.072	0.003	10662	BB	2.3	
2	1016-PCB2		10.338					M
3	1016-PCB3		11.900					M
4	1260-PCB1		17.690					M
5	1260-PCB2		19.035					M
6	1260-PCB4		22.468					M
7	Decachlorobi	0.002119	27.779	0.017	4995	BB	3.8	
Totals:		0.006914		0.020	15657			

Status Codes:  
 M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 5 Divisor: 20.0111 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: 16 microVolts LSE: 1 microVolts

Noise (used): 141 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 13 Injection Number: 3 Volume: 1.00 uL

Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCBs) BY GAS CHROM  
 Run File : c:\varianws\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chimbote\chimbote-5.run  
 Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mth  
 Sample ID : CHIMBOTE-5

Injection Date: 17/10/2015 5:16 Calculation Date: 19/10/2015 16:19

Operator : CROMATOGRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
 Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
 Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
 Channel : Middle = ECD Run Time : 34.467 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CE1-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
 Peak Measurement: Peak Area  
 Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	Width 1/2 (sec)	Status Codes
1	TCMX	0.005852	7.071	0.002	13008	BB	2.4	
2	1016-PCB2		10.338					M
3	1016-PCB3		11.900					M
4	1260-PCB1		17.690					M
5	1260-PCB2		19.035					M
6	1260-PCB4		22.468					M
7	Decachlorobi	0.002265	27.771	0.009	5336	BB	3.8	
Totals:		0.008117		0.011	18344			

Status Codes:  
 M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 5 Divisor: 20.0068 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: 32 microVolts LSB: 1 microVolts

Noise (used): 24 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 15 Injection Number: 1 Volume: 1.00 uL

Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCBs) BY GAS CHROM  
 Run File : c:\varianws\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chimbote\chimbote-5001.run  
 Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mch  
 Sample ID : CHIMBOTE-5

Injection Date: 17/10/2015 5:53 Calculation Date: 19/10/2015 16:22

Operator : CROMATOGRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
 Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
 Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
 Channel : Middle = ECD Run Time : 34.467 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CE1-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
 Peak Measurement: Peak Area  
 Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	Width 1/2 (sec)	Status Codes
1	TCMX	0.005478	7.072	0.003	12173	BE	3.3	
2	1016-PCB2		10.338					M
3	1016-PCB3		11.900					M
4	1260-PCB1		17.690					M
5	1260-PCB2		19.035					M
6	1260-PCB4		22.468					M
7	Decachlorobi	0.002079	27.772	0.010	4897	BE	3.8	
Totals:		0.007557		0.013	17070			

Status Codes:  
 M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 5 Divisor: 20.0025 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: 19 microVolts LSB: 1 microVolts

Noise (used): 32 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 15 Injection Number: 2 Volume: 1.00 uL

Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCBs) BY GAS CHROM  
 Run File : c:\varianws\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chimbote\chimbote-5002.run  
 Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mth  
 Sample ID : CHIMBOTE-5

Injection Date: 17/10/2015 6:30 Calculation Date: 19/10/2015 16:25

Operator : CROMATOGRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
 Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
 Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
 Channel : Middle = ECD Run Time : 34.467 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CEL-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
 Peak Measurement: Peak Area  
 Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	Width 1/2 (sec)	Status Codes
1	TCMX	0.005875	7.087	0.018	13057	BB	4.4	
2	1016-PCB2		10.338					M
3	1016-PCB3		11.900					M
4	1260-PCB1		17.690					M
5	1260-PCB2		19.035					M
6	1260-PCB4		22.468					M
7	Decachlorobi	0.002014	27.771	0.009	4744	BB	3.8	
Totals:		0.007889		0.027	17801			

Status Codes:  
 M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 5 Divisor: 20.0033 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: 38 microVolts LSB: 1 microVolts

Noise (used): 25 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 15 Injection Number: 3 Volume: 1.00 uL

Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCBs) BY GAS CHROM  
 Run File : c:\varianws\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chimbote\chimbote-4001.run  
 Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mth  
 Sample ID : CHIMBOTE-4

Injection Date: 17/10/2015 2:10 Calculation Date: 19/10/2015 15:58

Operator : CROMATOGRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
 Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
 Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
 Channel : Middle = ECD Run Time : 34.467 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CE1-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
 Peak Measurement: Peak Area  
 Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	Width 1/2 (sec)	Status Codes
1	TCMX	0.005171	7.093	0.024	3390	BB	3.3	
2	1016-PCB2		10.338					M
3	1016-PCB3		11.900					M
4	1260-PCB1		17.690					M
5	1260-PCB2		19.035					M
6	1260-PCB4		22.468					M
7	Decachlorobi	0.001920	27.743	-0.019	1274	BB	3.8	
Totals:		0.006191		0.005	4664			

Status Codes:  
 M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 15 Divisor: 20.022 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: 17 microVolts LSB: 1 microVolts

Noise (used): 33 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 13 Injection Number: 2 Volume: 1.00 uL



Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCBs) BY GAS CHROM  
 Run File : c:\varianws\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chimbote\chimbote-5-d.run  
 Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mth  
 Sample ID : CHIMBOTE-5-D

Injection Date: 17/10/2015 7:08 Calculation Date: 19/10/2015 16:29

Operator : CROMATOGRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
 Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
 Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
 Channel : Middle = ECD Run Time : 34.467 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CE1-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
 Peak Measurement: Peak Area  
 Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	Width 1/2 (sec)	Status Codes
1	TCHX	0.005115	7.118	0.049	12033	BB	3.1	
2	1016-PCB2		10.338					M
3	1016-PCB3		11.900					M
4	1260-PCB1		17.690					M
5	1260-PCB2		19.035					M
6	1260-PCB4		22.468					M
7	Decachlorobi	0.001959	27.753	-0.009	3437	BB	3.6	
Totals:		0.006874		0.040	15470			

Status Codes:  
 M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 5 Divisor: 20.0012 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: 24 microVolts LSB: 1 microVolts

Noise (used): 26 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 16 Injection Number: 1 Volume: 1.00 uL

Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCBs) BY GAS CHROM  
 Run File : c:\varianws\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chimbote\chimbote-5-d001.run  
 Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mth  
 Sample ID : CHIMBOTE-5-D

Injection Date: 17/10/2015 8:09 Calculation Date: 19/10/2015 16:32

Operator : CROMATOGRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
 Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
 Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
 Channel : Middle = ECD Run Time : 34.465 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CE1-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
 Peak Measurement: Peak Area  
 Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	Width 1/2 (sec)	Status Codes
1	TCMX	0.005161	7.080	0.011	11474	BB	3.4	
2	1016-PCB2		10.338					M
3	1016-PCB3		11.900					M
4	1260-PCB1		17.690					M
5	1260-PCB2		19.035					M
6	1260-PCB4		22.468					M
7	Decachlorobi	0.002102	27.743	-0.019	4954	BB	3.7	
Totals:		0.007263		-0.008	16428			

Status Codes:  
 M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 5 Divisor: 20.0088 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: 12 microVolts LSB: 1 microVolts

Noise (used): 23 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 16 Injection Number: 1 Volume: 1.00 uL

Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCBs) BY GAS CHROM  
 Run File : c:\varianws\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chimbote\chimbote-5-d002.run  
 Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mth  
 Sample ID : CHIMBOTE-5-D

Injection Date: 17/10/2015 8:46 Calculation Date: 19/10/2015 16:36

Operator : CROMATOGRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
 Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
 Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
 Channel : Middle = ECD Run Time : 34.467 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CE1-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
 Peak Measurement: Peak Area  
 Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	Width 1/2 (sec)	Status Codes
1	TCMX	0.005205	7.099	0.030	13137	BB	4.6	
2	1016-PCB2		10.338					M
3	1016-PCB3		11.900					M
4	1260-PCB1		17.690					M
5	1260-PCB2		19.035					M
6	1260-PCB4		22.468					M
7	Decachlorobi	0.002054	27.739	-0.023	4371	BB	3.6	
Totals:		0.007759		0.007	17508			

Status Codes:  
 M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 5 Divisor: 20.0251 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: 0 microVolts LSB: 1 microVolts

Noise (used): 33 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 16 Injection Number: 2 Volume: 1.00 uL

Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCBs) BY GAS CHROM  
 Run File : c:\varianws\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chincha\chincha-1.run  
 Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mth  
 Sample ID : CHINCHA-1

Injection Date: 17/10/2015 9:24 Calculation Date: 19/10/2015 16:43

Operator : CROMATOGRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
 Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
 Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
 Channel : Middle = ECD Run Time : 34.467 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CE1-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
 Peak Measurement: Peak Area  
 Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	Width 1/2 (sec)	Status Codes
1	TCMX	0.005559	7.061	-0.008	12355	BB	2.3	
2	1016-PCE2		10.338					M
3	1016-PCE3		11.900					M
4	1260-PCE1		17.690					M
5	1260-PCE2		19.035					M
6	1260-PCE4		22.468					M
7	Decachlorobi	0.002119	27.708	-0.054	4991	BB	3.8	
Totals:		0.007678		-0.062	17346			

Status Codes:  
 M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 5 Divisor: 20.0015 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: -21 microVolts LSB: 1 microVolts

Noise (used): 15 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 17 Injection Number: 1 Volume: 1.00 uL

Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCBs) BY GAS CHROM  
 Run File : c:\varianws\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chincha\chincha-1001.run  
 Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mth  
 Sample ID : CHINCHA-1

Injection Date: 17/10/2015 10:01 Calculation Date: 19/10/2015 16:47

Operator : CROMATOGRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
 Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
 Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
 Channel : Middle = ECD Run Time : 34.467 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CE1-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
 Peak Measurement: Peak Area  
 Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	1/2 (sec)	Status Codes
1	TCMX	0.005352	7.055	-0.014	11898	BE	2.3	
2	1016-PCB2		10.338					M
3	1016-PCB3		11.900					M
4	1260-PCB1		17.690					M
5	1260-PCB2		19.035					M
6	1260-PCB4		22.468					M
7	Decachlorobi	0.002162	27.699	-0.063	5095	BE	3.8	
Totals:		0.007514		-0.077	16993			

Status Codes:  
 M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 5 Divisor: 20.0079 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: -18 microVolts LSB: 1 microVolts

Noise (used): 31 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 17 Injection Number: 2 Volume: 1.00 uL

Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCBs) BY GAS CHROM  
 Run File : c:\varianms\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chincha\chincha-1002.run  
 Method File : c:\varianms\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mth  
 Sample ID : CHINCHA-1

Injection Date: 17/10/2015 10:38 Calculation Date: 19/10/2015 16:50

Operator : CROMATOGRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
 Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
 Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
 Channel : Middle = ECD Run Time : 34.467 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CE1-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
 Peak Measurement: Peak Area  
 Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	Width 1/2 (sec)	Status Codes
1	TCMX	0.005431	7.058	-0.011	12085	BB	2.3	
2	1016-PCB2		10.338					M
3	1016-PCB3		11.900					M
4	1260-PCB1		17.690					M
5	1260-PCB2		19.035					M
6	1260-PCB4		22.468					M
7	Decachlorobi	0.002261	27.701	-0.061	5334	BB	3.9	
Totals:		0.007692		-0.072	17419			

Status Codes:  
 M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 5 Divisor: 20.0281 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: -7 microVolts LSB: 1 microVolts

Noise (used): 26 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 17 Injection Number: 3 Volume: 1.00 uL

Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCBs) BY GAS CHROM  
 Run File : c:\varianws\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chincha\chincha-2.run  
 Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mth  
 Sample ID : CHINCHA-2

Injection Date: 17/10/2015 11:15 Calculation Date: 19/10/2015 16:55

Operator : CROMATOGRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
 Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
 Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
 Channel : Middle = ECD Run Time : 34.467 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CE1-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
 Peak Measurement: Peak Area  
 Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	Width 1/2 (sec)	Status Codes
1	TCHX	0.004157	7.057	-0.011	9242	BB	2.8	
2	1016-PCB2		10.338					M
3	1016-PCB3		11.900					M
4	1260-PCB1		17.690					M
5	1260-PCB2		19.035					M
6	1260-PCB4		22.468					M
7	Decachlorobi	0.001782	27.709	-0.053	4200	BB	3.8	
Totals:		0.005939		-0.064	13442			

Status Codes:  
 M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 5 Divisor: 20.0094 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: -6 microVolts LSB: 1 microVolts

Noise (used): 33 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 18 Injection Number: 1 Volume: 1.00 uL

Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCEs) BY GAS CHROM  
 Run File : c:\varianws\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chinch\chinch-2002.run  
 Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mth  
 Sample ID : CHINCHA-2

Injection Date: 17/10/2015 12:30 Calculation Date: 19/10/2015 17:01

Operator : CROMATOGRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
 Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
 Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
 Channel : Middle = ECD Run Time : 34.465 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CE1-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
 Peak Measurement: Peak Area  
 Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	Width 1/2 (sec)	Status Codes
1	TCMX	0.005067	7.057	-0.012	11264	BB	2.2	
2	1016-PCE2		10.338					M
3	1016-PCE3		11.900					M
4	1260-PCE1		17.690					M
5	1260-PCE2		19.035					M
6	1260-PCE4		22.468					M
7	Decachlorobi	0.002251	27.701	-0.061	5303	BB	3.9	
Totals:		0.007318		-0.073	16567			

Status Codes:  
 M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 5 Divisor: 20.0061 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: 60 microVolts LSB: 1 microVolts

Noise (used): 30 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 18 Injection Number: 3 Volume: 1.00 uL



Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCEs) BY GAS CHROM  
 Run File : c:\varianws\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chincha\chincha-3.run  
 Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mth  
 Sample ID : CHINCHA-3

Injection Date: 17/10/2015 13:07 Calculation Date: 19/10/2015 16:45

Operator : CROMATOGRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
 Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
 Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
 Channel : Middle = ECD Run Time : 34.467 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CE1-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
 Peak Measurement: Peak Area  
 Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/Kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	Width 1/2 (sec)	Status Codes
1	TCMX	0.005624	7.055	-0.014	12498	BB	2.5	
2	1016-PCB2		10.338					M
3	1016-PCB3		11.900					M
4	1260-PCB1		17.690					M
5	1260-PCB2		19.035					M
6	1260-PCB4		22.468					M
7	Decachlorobi	0.002224	27.702	-0.059	5237	BB	3.8	
Totals:		0.007848		-0.073	17735			

Status Codes:  
 M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 5 Divisor: 20.0003 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: 0 microVolts LSB: 1 microVolts

Noise (used): 25 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 19 Injection Number: 1 Volume: 1.00 uL

Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCBs) BY GAS CHROM  
 Run File : c:\varianws\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chincha\chincha-3001.run  
 Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mth  
 Sample ID : CHINCHA-3

Injection Date: 17/10/2015 13:44 Calculation Date: 19/10/2015 16:47

Operator : CROMATOGRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
 Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
 Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
 Channel : Middle = ECD Run Time : 34.467 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CE1-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
 Peak Measurement: Peak Area  
 Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	Width 1/2 (sec)	Status Codes
1	TCMX	0.005762	7.057	-0.012	12808	BB	2.5	
2	1016-PCE2		10.338					M
3	1016-PCE3		11.900					M
4	1260-PCE1		17.690					M
5	1260-PCE2		19.035					M
6	1260-PCE4		22.468					M
7	Decachlorobi	0.002170	27.708	-0.054	5113	BB	3.8	
Totals:		0.007932		-0.066	17921			

Status Codes:  
 M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 5 Divisor: 20.0058 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: 31 microVolts LSB: 1 microVolts

Noise (used): 30 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 19 Injection Number: 2 Volume: 1.00 uL

Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCBs) BY GAS CHROM  
 Run File : c:\varianws\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chincha\chincha-3002.run  
 Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mth  
 Sample ID : CHINCHA-3

Injection Date: 17/10/2015 14:21 Calculation Date: 19/10/2015 16:47

Operator : CROMATOGRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
 Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
 Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
 Channel : Middle = ECD Run Time : 34.467 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CE1-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
 Peak Measurement: Peak Area  
 Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	Width 1/2 (sec)	Status Codes
1	TCMX	0.005299	7.061	-0.008	11781	BB	2.5	
2	1016-PCB2		10.338					M
3	1016-PCB3		11.900					M
4	1260-PCB1		17.690					M
5	1260-PCB2		19.035					M
6	1260-PCB4		22.468					M
7	Decachlorobi	0.002169	27.709	-0.053	5111	BB	3.7	
Totals:		0.007468		-0.061	16892			

Status Codes:  
 M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 5 Divisor: 20.0097 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: -5 microVolts LSB: 1 microVolts

Noise (used): 21 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 19 Injection Number: 3 Volume: 1.00 uL

Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCBs) BY GAS CHROM  
 Run File : c:\varianws\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chincha\chincha-4.run  
 Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mth  
 Sample ID : CHINCHA-4

Injection Date: 17/10/2015 14:58 Calculation Date: 19/10/2015 17:13

Operator : CROMATOGRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
 Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
 Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
 Channel : Middle = ECD Run Time : 34.467 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CEL-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
 Peak Measurement: Peak Area  
 Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	1/2 (sec)	Status Codes
1	TCMX	0.005047	7.070	0.001	11219	BB	3.6	
2	1016-PCB2		10.338					M
3	1016-PCB3		11.900					M
4	1260-PCB1		17.690					M
5	1260-PCB2		19.035					M
6	1260-PCB4		22.468					M
7	Decachlorobi	0.002277	27.706	-0.056	5366	BB	3.8	
Totals:		0.007324		-0.055	16585			

Status Codes:  
 M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 5 Divisor: 20.0088 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: -17 microVolts LSB: 1 microVolts

Noise (used): 28 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 20 Injection Number: 1 Volume: 1.00 uL

Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCBs) BY GAS CHROM  
 Run File : c:\varianws\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chinch\chinch-4001.run  
 Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mth  
 Sample ID : CHINCHA-4

Injection Date: 17/10/2015 15:36 Calculation Date: 19/10/2015 16:47

Operator : CROMATOGRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
 Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
 Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
 Channel : Middle = ECD Run Time : 34.465 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CE1-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
 Peak Measurement: Peak Area  
 Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	Width 1/2 (sec)	Status Codes
1	TCMX	0.005292	7.060	-0.009	11769	BB	2.4	
2	1016-PCB2		10.338					M
3	1016-PCB3		11.900					M
4	1260-PCB1		17.690					M
5	1260-PCB2		19.035					M
6	1260-PCB4		22.468					M
7	Decachlorobi	0.002299	27.702	-0.059	5419	BB	3.8	
Totals:		0.007591		-0.068	17188			

Status Codes:  
 M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 5 Divisor: 20.0165 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: 48 microVolts LSB: 1 microVolts

Noise (used): 27 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 20 Injection Number: 2 Volume: 1.00 uL

Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCBs) BY GAS CHROM  
 Run File : c:\varianws\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chincha\chincha-4002.run  
 Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mch  
 Sample ID : CHINCHA-4

Injection Date: 17/10/2015 16:13 Calculation Date: 19/10/2015 17:21

Operator : CROMATOGRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
 Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
 Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
 Channel : Middle = ECD Run Time : 34.465 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CEL-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
 Peak Measurement: Peak Area  
 Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	Width 1/2 (sec)	Status Codes
1	TCDX	0.005608	7.081	0.012	12465	BB	3.7	
2	1016-PCB2		10.338					M
3	1016-PCB3		11.900					M
4	1260-PCB1		17.690					M
5	1260-PCB2		19.035					M
6	1260-PCB4		22.468					M
7	Decachlorobi	0.002259	27.708	-0.054	5322	BB	3.7	
Totals:		0.007867		-0.042	17787			

Status Codes:  
 M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 5 Divisor: 20.0055 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: 52 microVolts LSB: 1 microVolts

Noise (used): 32 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 20 Injection Number: 3 Volume: 1.00 uL

Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCBs) BY GAS CHROM  
 Run File : c:\varianws\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chincha\chincha-5-d.run  
 Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mth  
 Sample ID : CHINCHA-5-D

Injection Date: 17/10/2015 18:42 Calculation Date: 19/10/2015 16:45

Operator : CROMATOGRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
 Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
 Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
 Channel : Middle = ECD Run Time : 34.467 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CE1-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
 Peak Measurement: Peak Area  
 Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	Width 1/2 (sec)	Status Codes
1	TCMX	0.005320	7.065	-0.004	14090	BB	3.3	
2	1016-PCB2		10.338					M
3	1016-PCB3		11.900					M
4	1260-PCB1		17.690					M
5	1260-PCB2		19.035					M
6	1260-PCB4		22.468					M
7	Decachlorobi	0.002316	27.702	-0.059	5472	BB	3.8	
Totals:		0.008636		-0.063	19562			

Status Codes:  
 M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 5 Divisor: 20.0644 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: 43 microVolts LSB: 1 microVolts

Noise (used): 23 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 22 Injection Number: 1 Volume: 1.00 uL

Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCBs) BY GAS CHROM  
 Run File : c:\varianws\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chincha\chincha-5-d001.run  
 Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mth  
 Sample ID : CHINCHA-5-D

Injection Date: 17/10/2015 19:19 Calculation Date: 19/10/2015 17:38

Operator : CROMATOGRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
 Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
 Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
 Channel : Middle = ECD Run Time : 34.467 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CE1-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
 Peak Measurement: Peak Area  
 Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	Width 1/2 (sec)	Status Codes
1	TCMX	0.005368	7.081	0.012	17268	BB	3.3	
2	1016-PCB2		10.338					M
3	1016-PCB3		11.900					M
4	1260-PCB1		17.690					M
5	1260-PCB2		19.035					M
6	1260-PCB4		22.468					M
7	Decachlorobi	0.002466	27.706	-0.056	5811	BB	3.7	
Totals:		0.010234		-0.044	23079			

Status Codes:  
 M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

Multiplier: 5 Divisor: 20.0081 Unidentified Peak Factor: 0

Baseline Offset: -25 microVolts LSB: 1 microVolts

Noise (used): 23 microVolts - monitored before this run

Tray: Tray4 Vial: 22 Injection Number: 2 Volume: 1.00 uL



Title : AROCLORS TOTAL-BIPHENYLS POLYCHLORINATED (PCBs) BY GAS CHROM  
 Run File : c:\varianws\data actual\ecd\8082\2015\2015-10-15\aro\chincha\chincha-5-d002.run  
 Method File : c:\varianws\calibraciones\epa 8082a\2015\2015-10-15\8082a-1016-1260.2015-10-15.mth  
 Sample ID : CHINCHA-5-D

Injection Date: 17/10/2015 19:56 Calculation Date: 19/10/2015 17:41

Operator : CROMATOGRAFIA Detector Type: 3800 (10 Volts)  
 Workstation: PC-LAB-CRGA01 Bus Address : 44  
 Instrument : Varian GC/MS #1 Sample Rate : 10.00 Hz  
 Channel : Middle = ECD Run Time : 34.467 min

\*\* MS Workstation Version 6.9.3 \*\* 04203-7CE1-30A-5001 \*\*

Run Mode : Analysis  
 Peak Measurement: Peak Area  
 Calculation Type: External Standard

Peak No.	Peak Name	Result (mg/kg)	Ret. Time (min)	Time Offset (min)	Area (counts)	Sep. Code	Width 1/2 (sec)	Status Codes
1	TCMX	0.005447	7.061	-0.008	12554	BB	2.7	
2	1016-PCB2		10.338					M
3	1016-PCB3		11.900					M
4	1260-PCB1		17.690					M
5	1260-PCB2		19.035					M
6	1260-PCB4		22.468					M
7	Decachlorobi	0.002339	27.696	-0.066	5510	BB	3.7	
Totals:		0.007986		-0.074	18064			

Status Codes:  
 M - Missing peak

Total Unidentified Counts : 0 counts

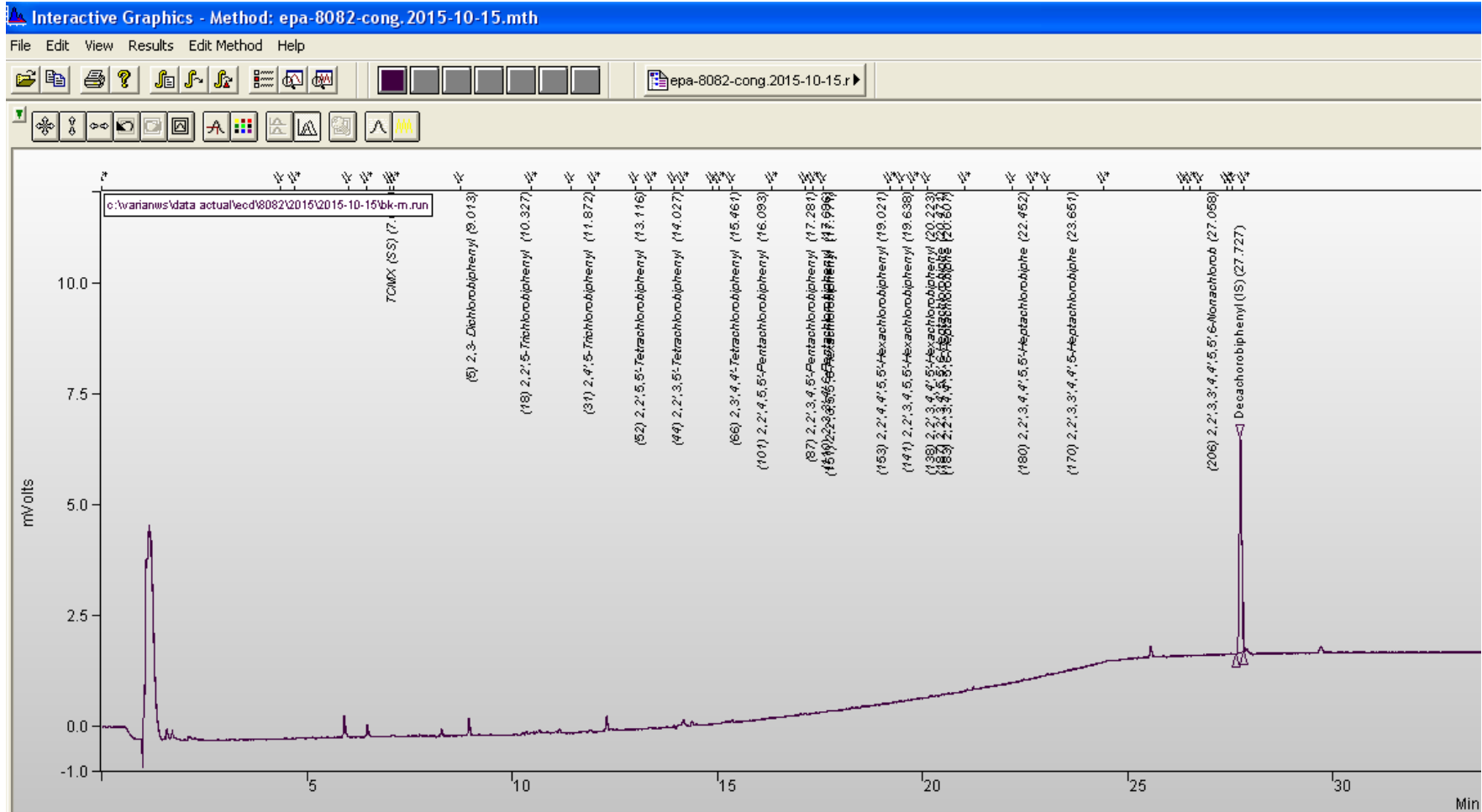
Detected Peaks: 2 Rejected Peaks: 0 Identified Peaks: 7

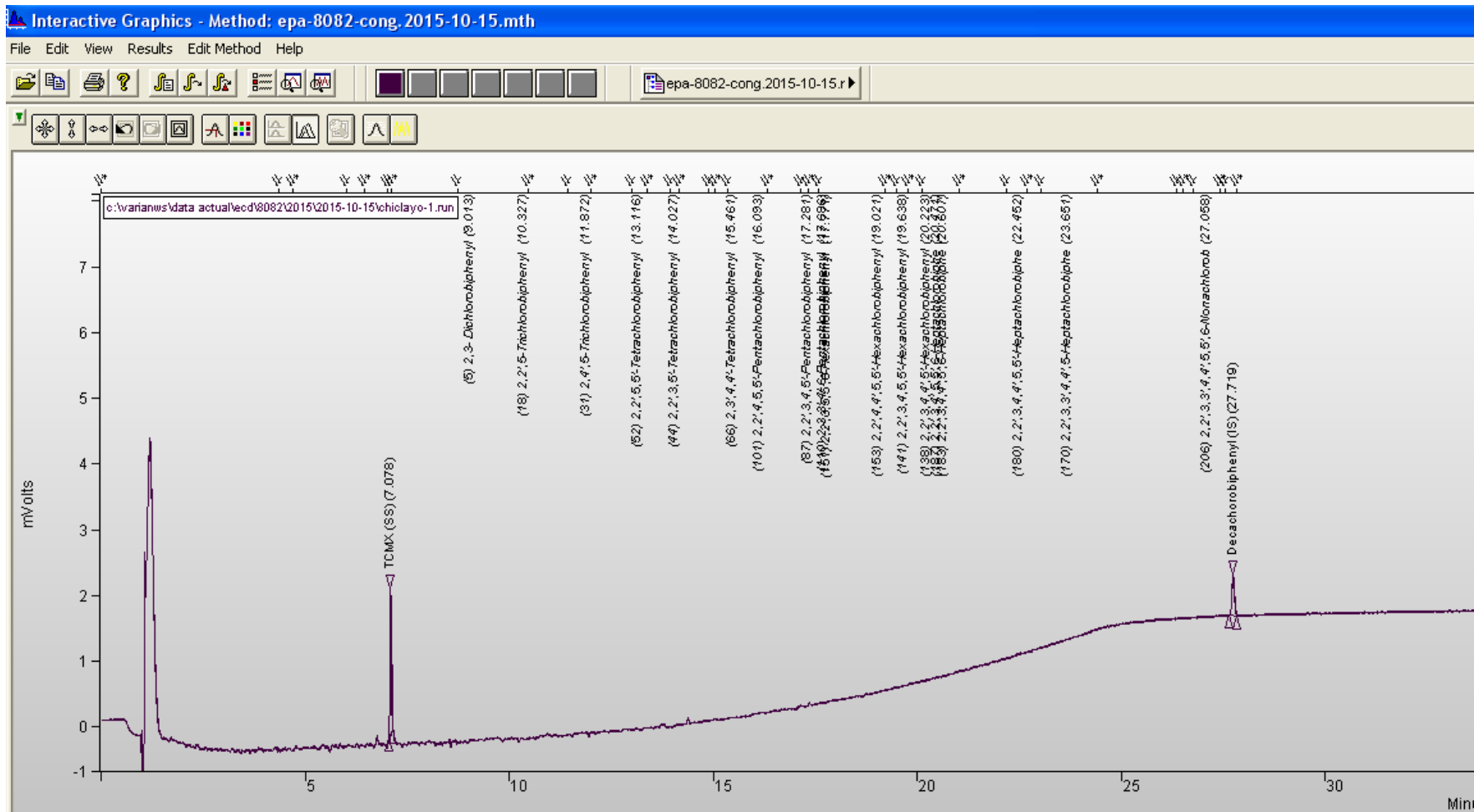
Multiplier: 5 Divisor: 20.0078 Unidentified Peak Factor: 0

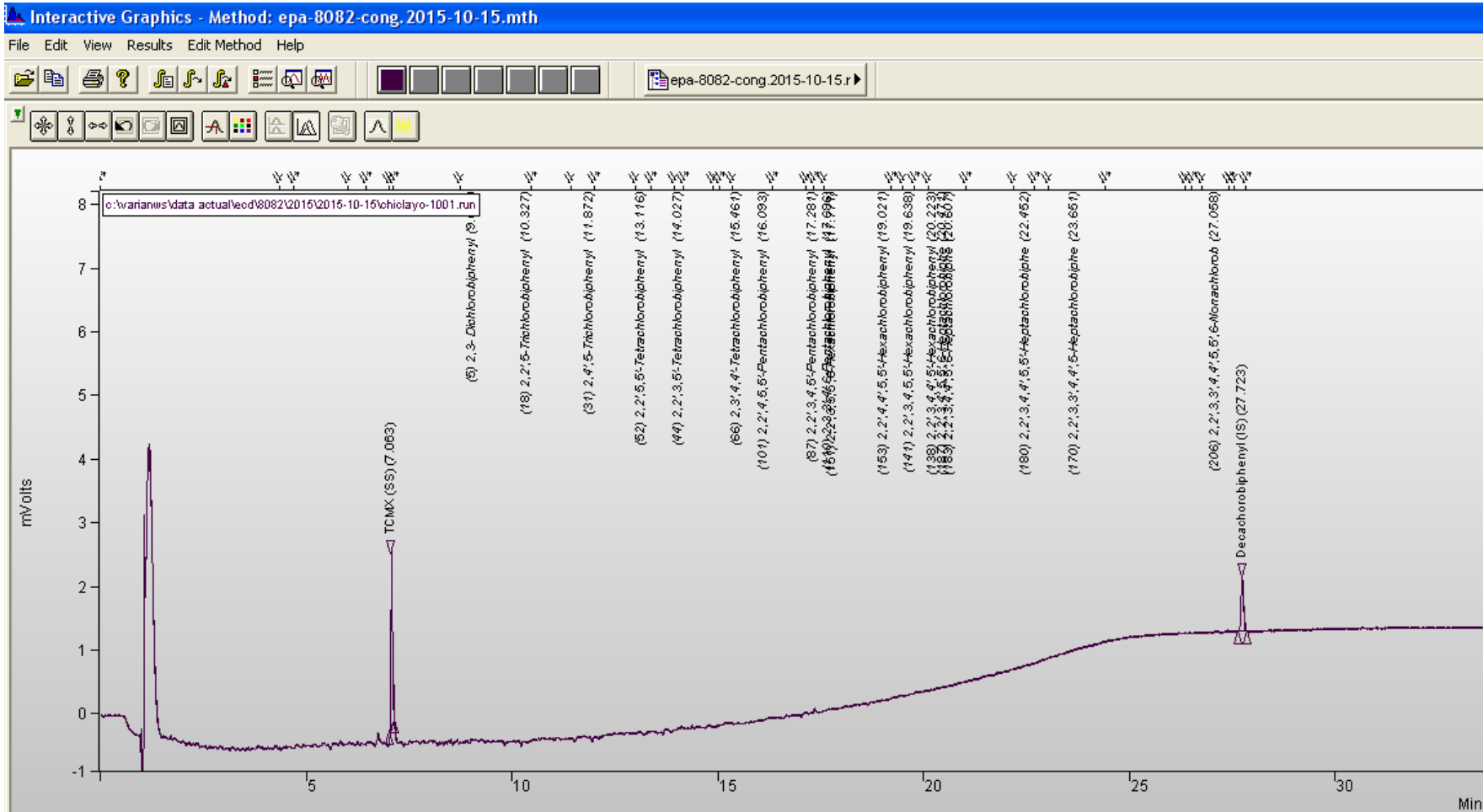
Baseline Offset: 34 microVolts LSB: 1 microVolts

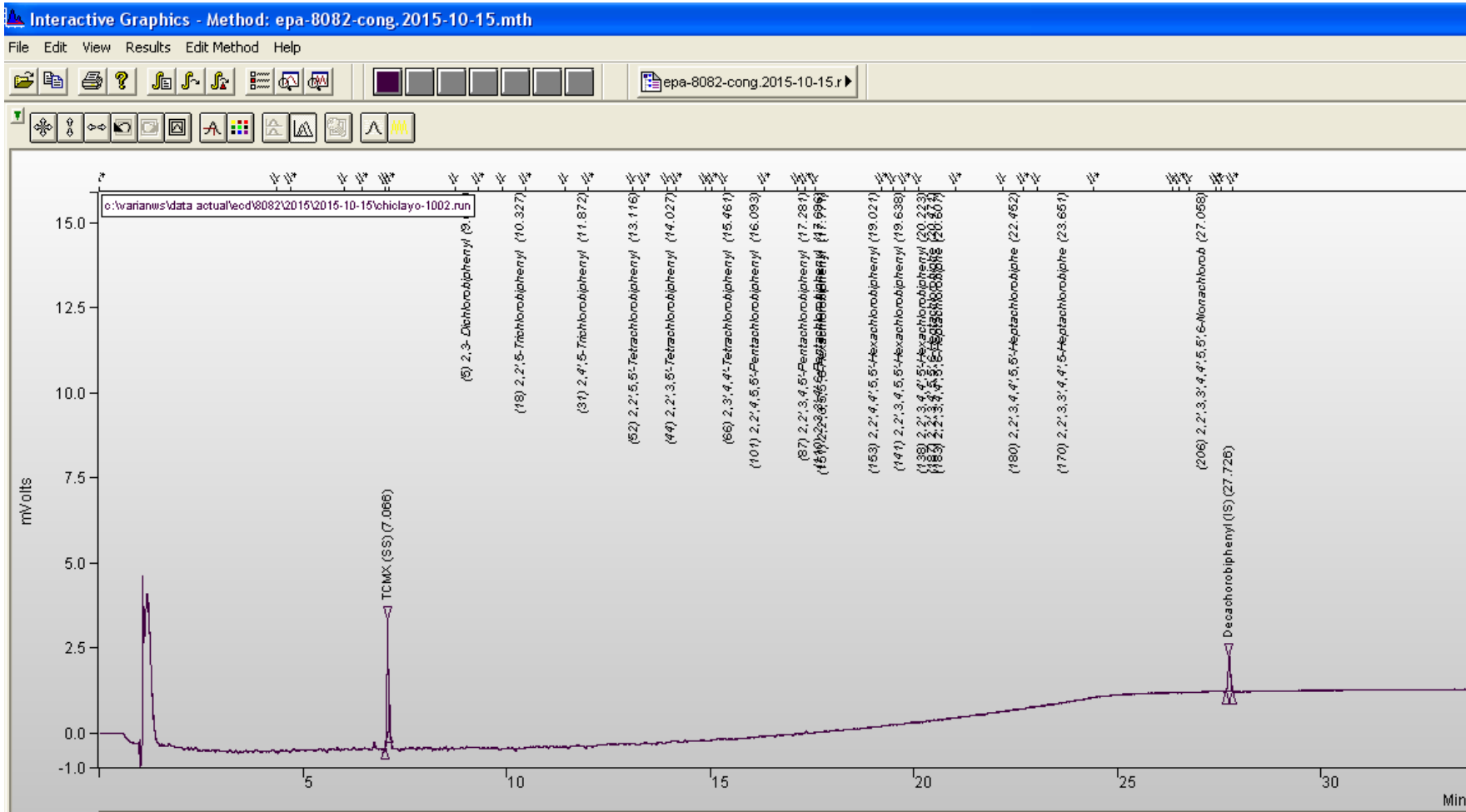
Noise (used): 30 microVolts - monitored before this run

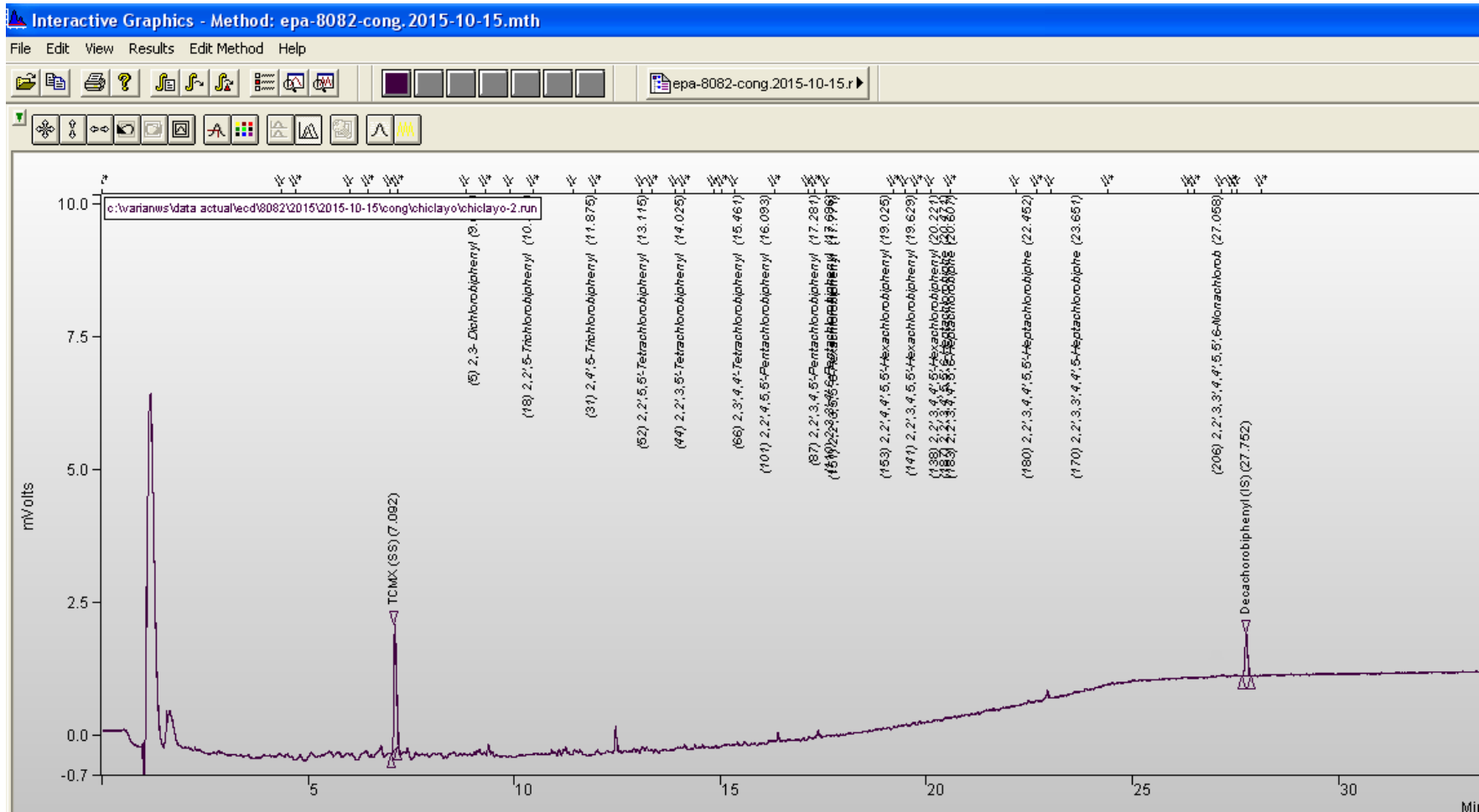
Tray: Tray4 Vial: 22 Injection Number: 3 Volume: 1.00 uL

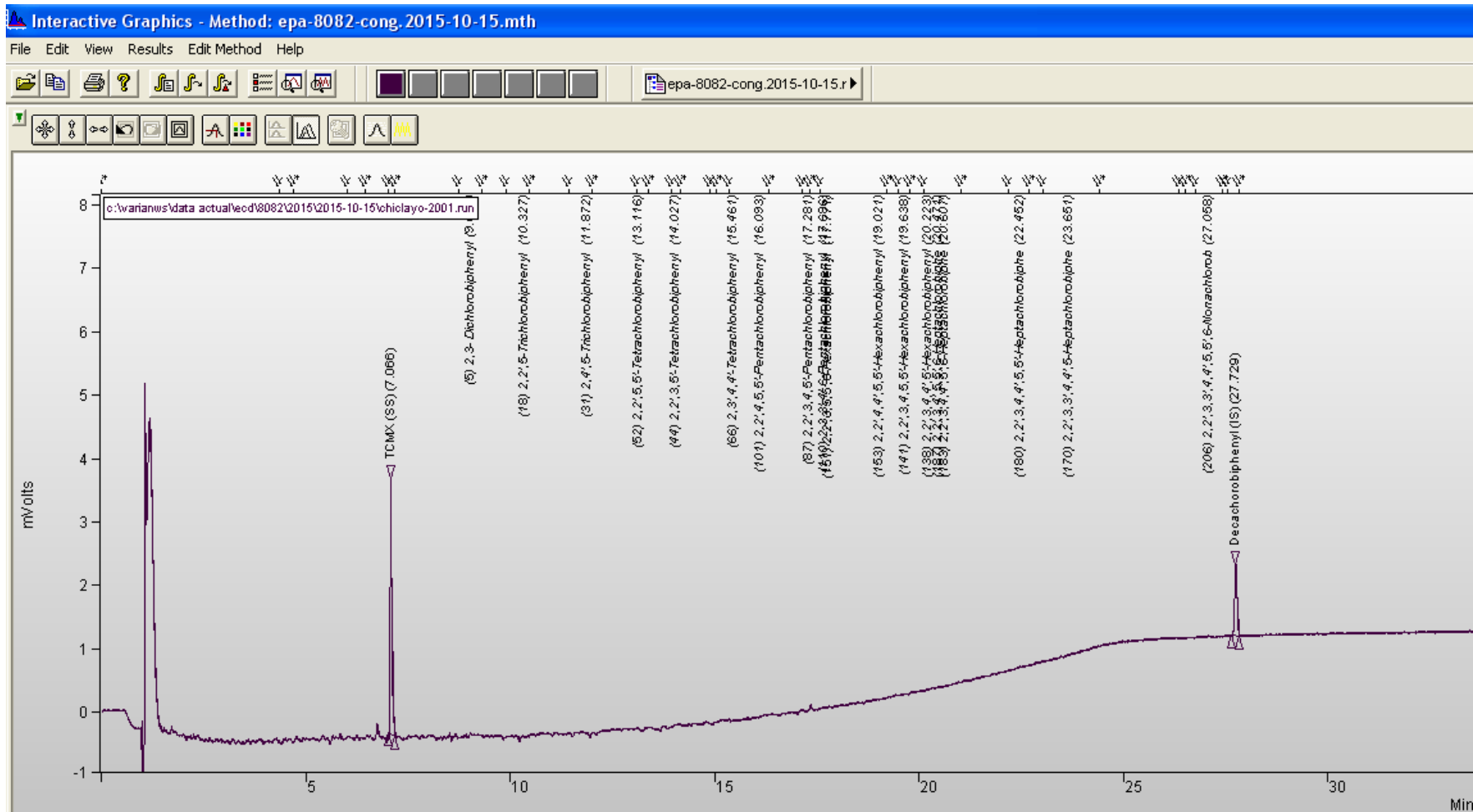






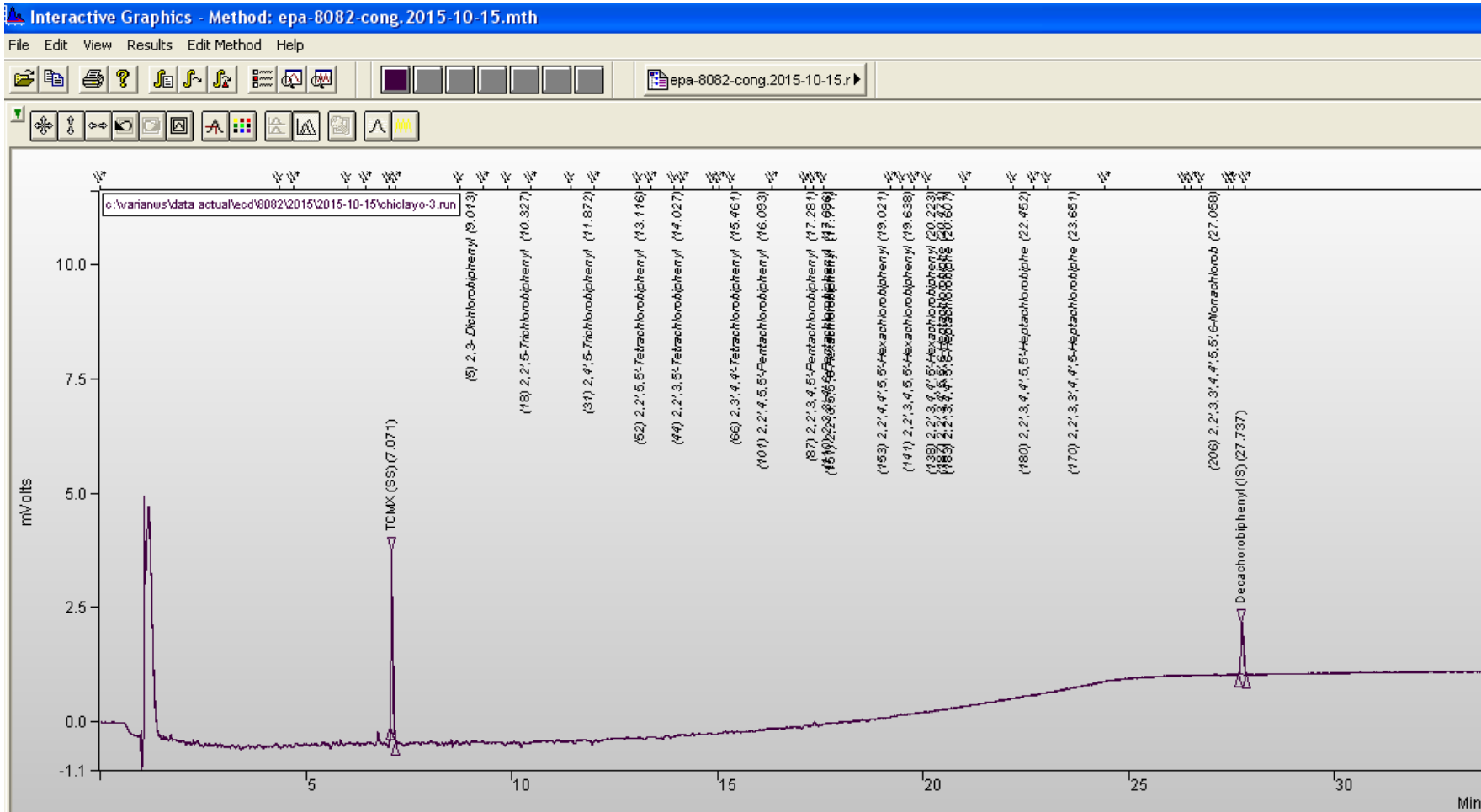


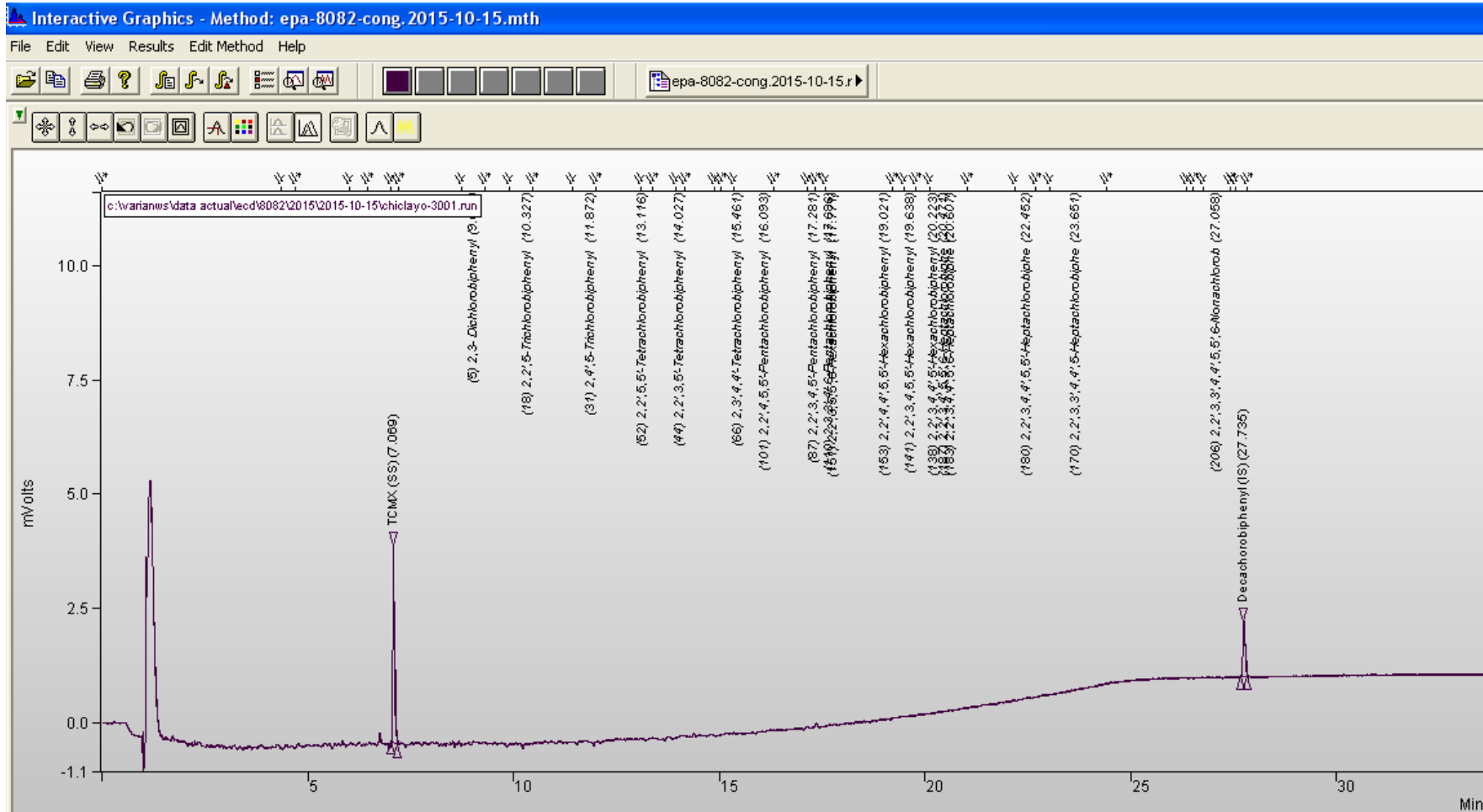


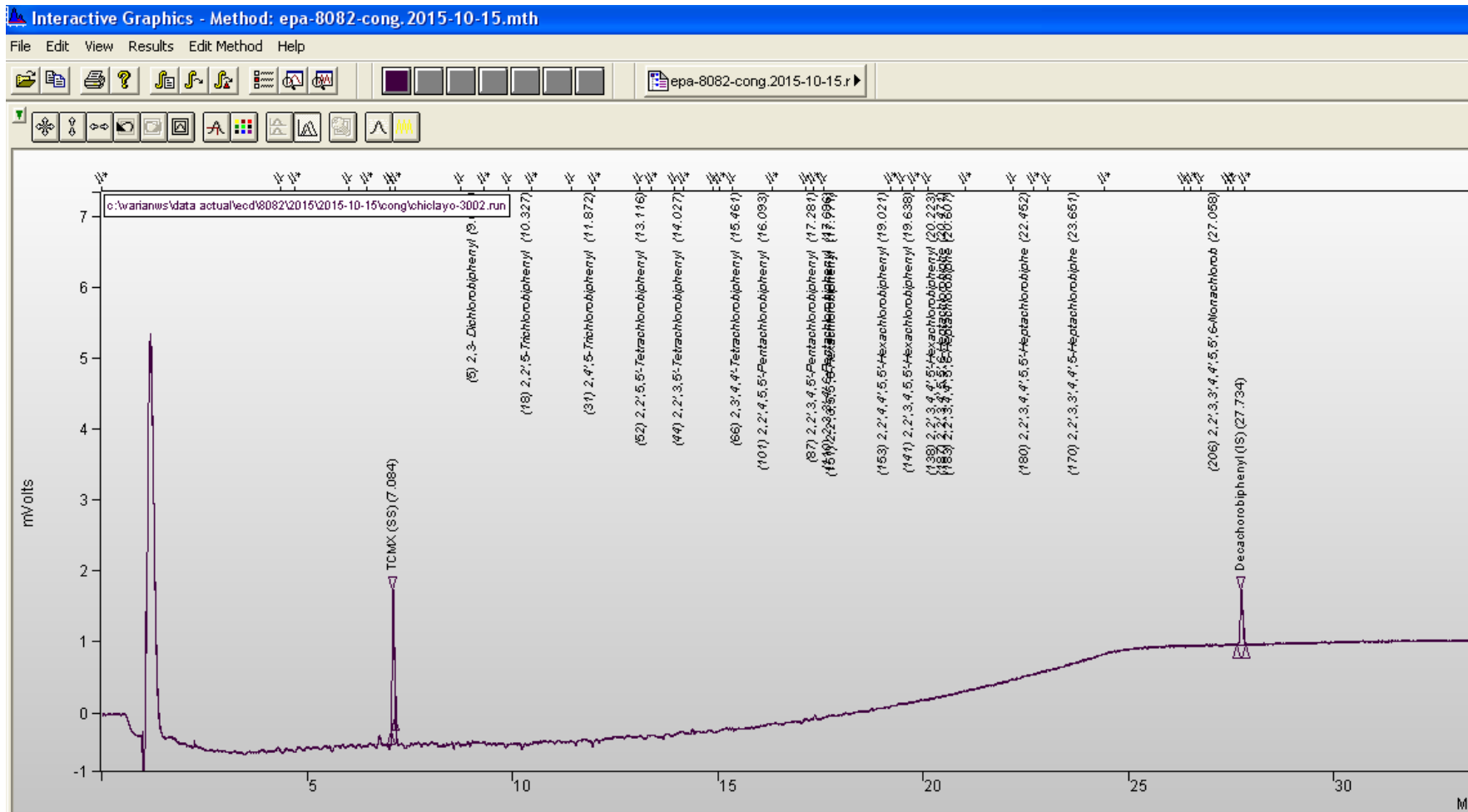


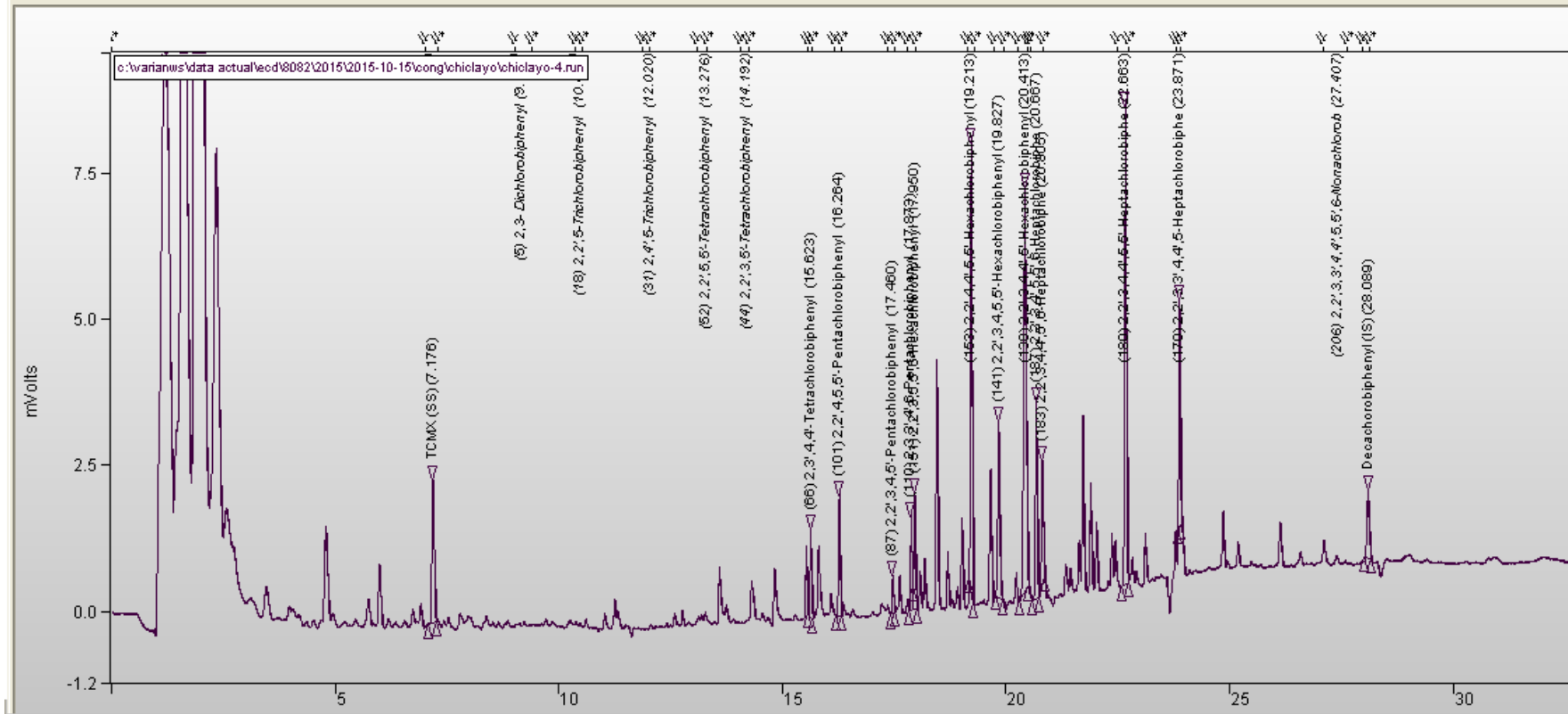




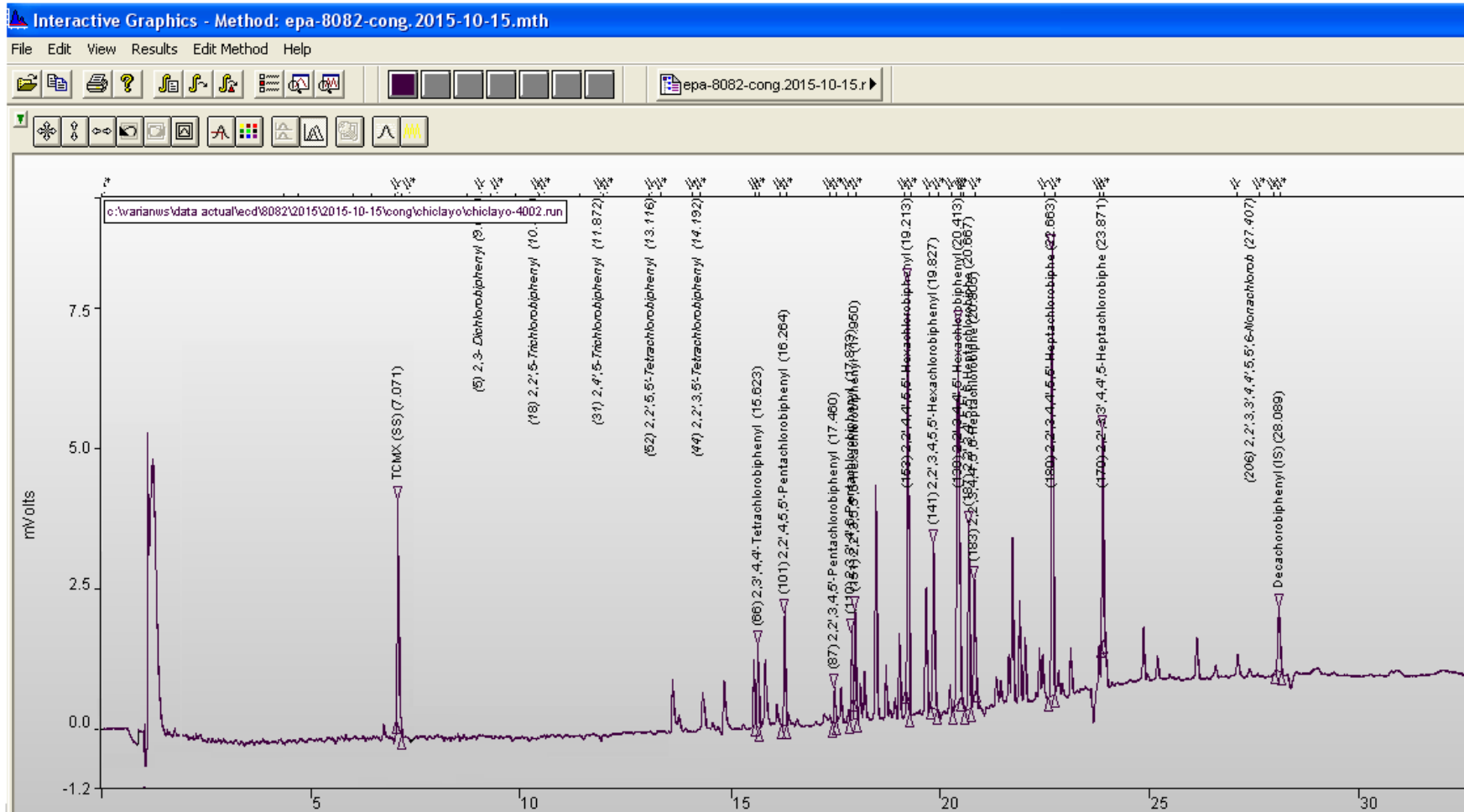


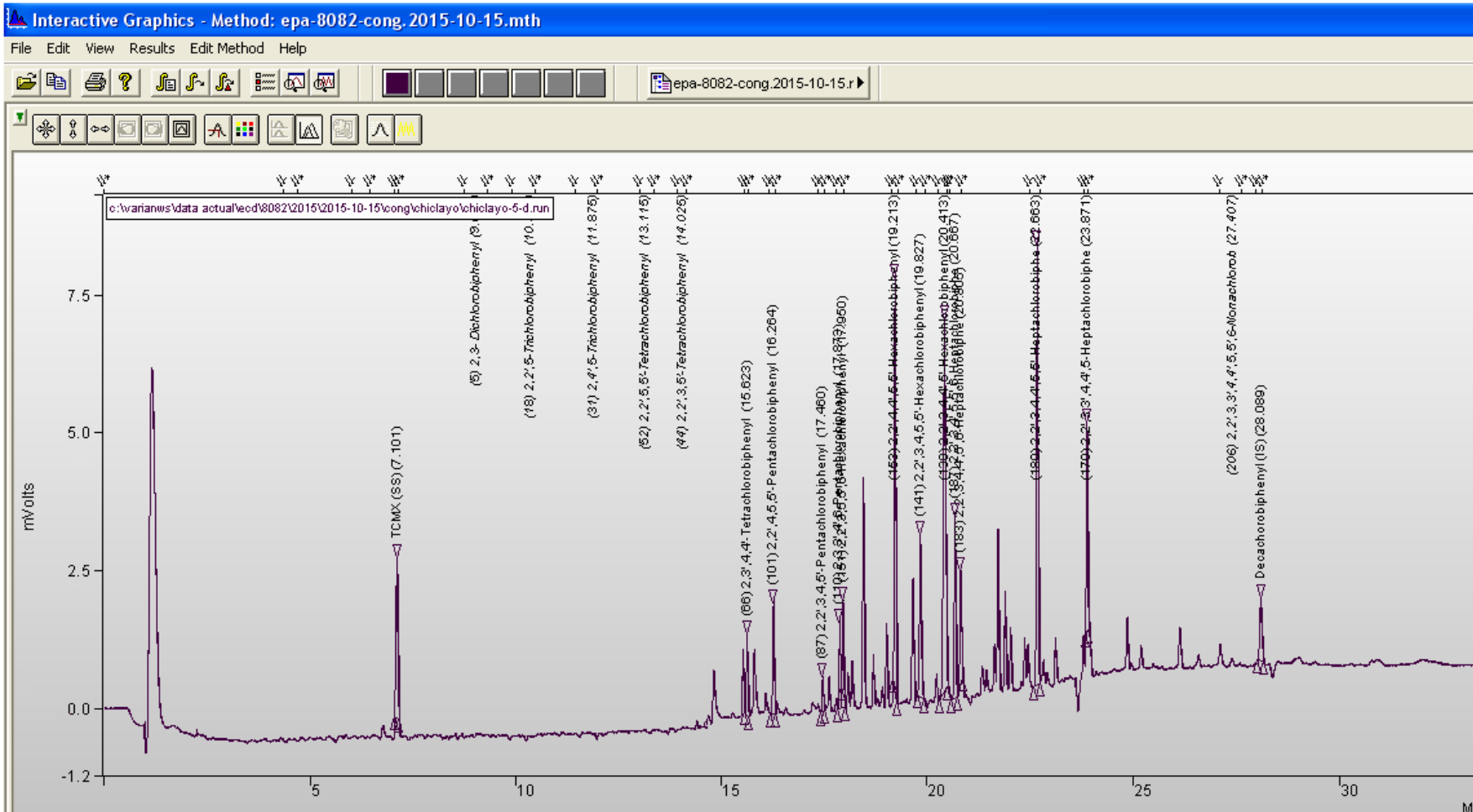


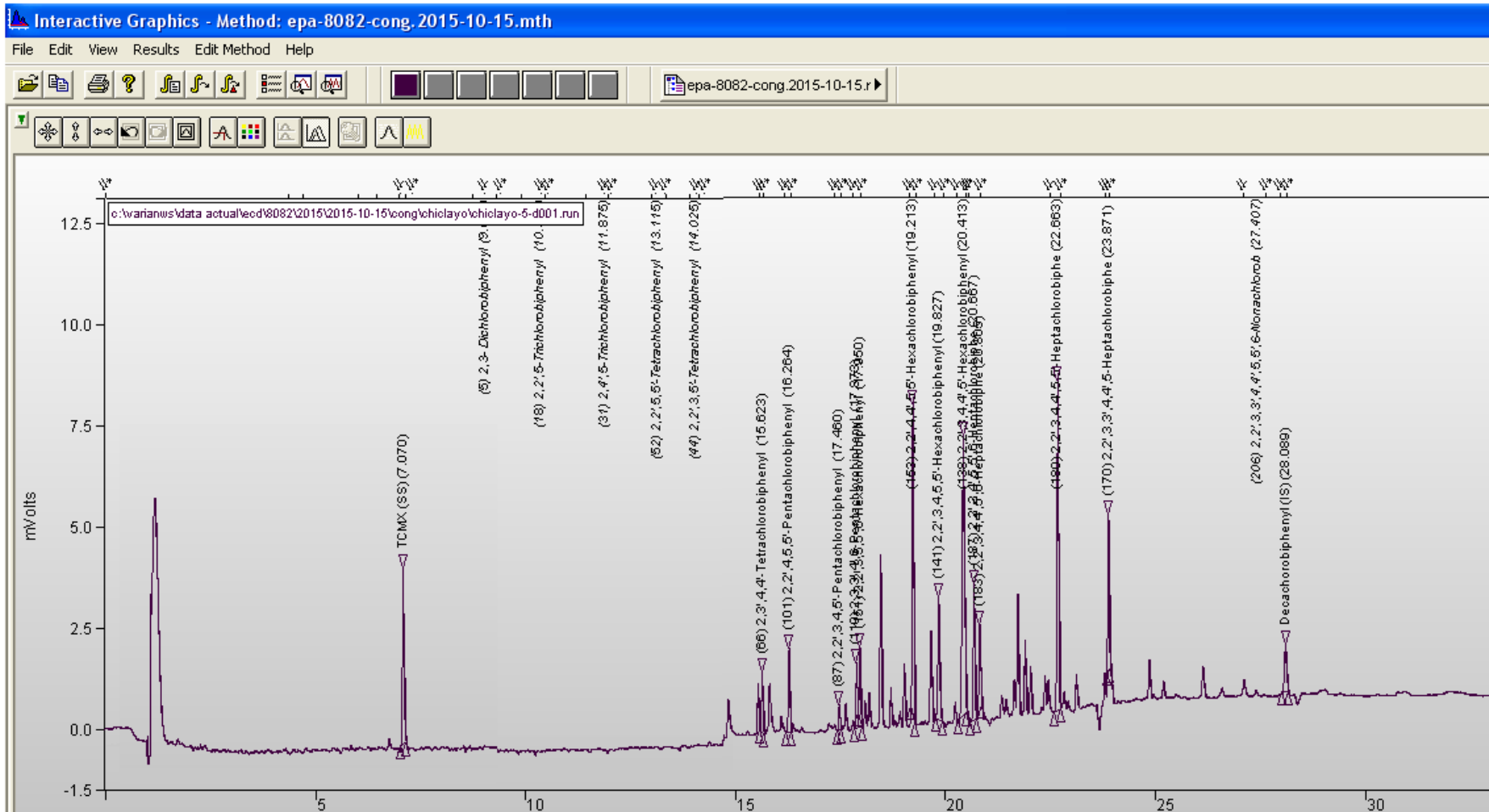




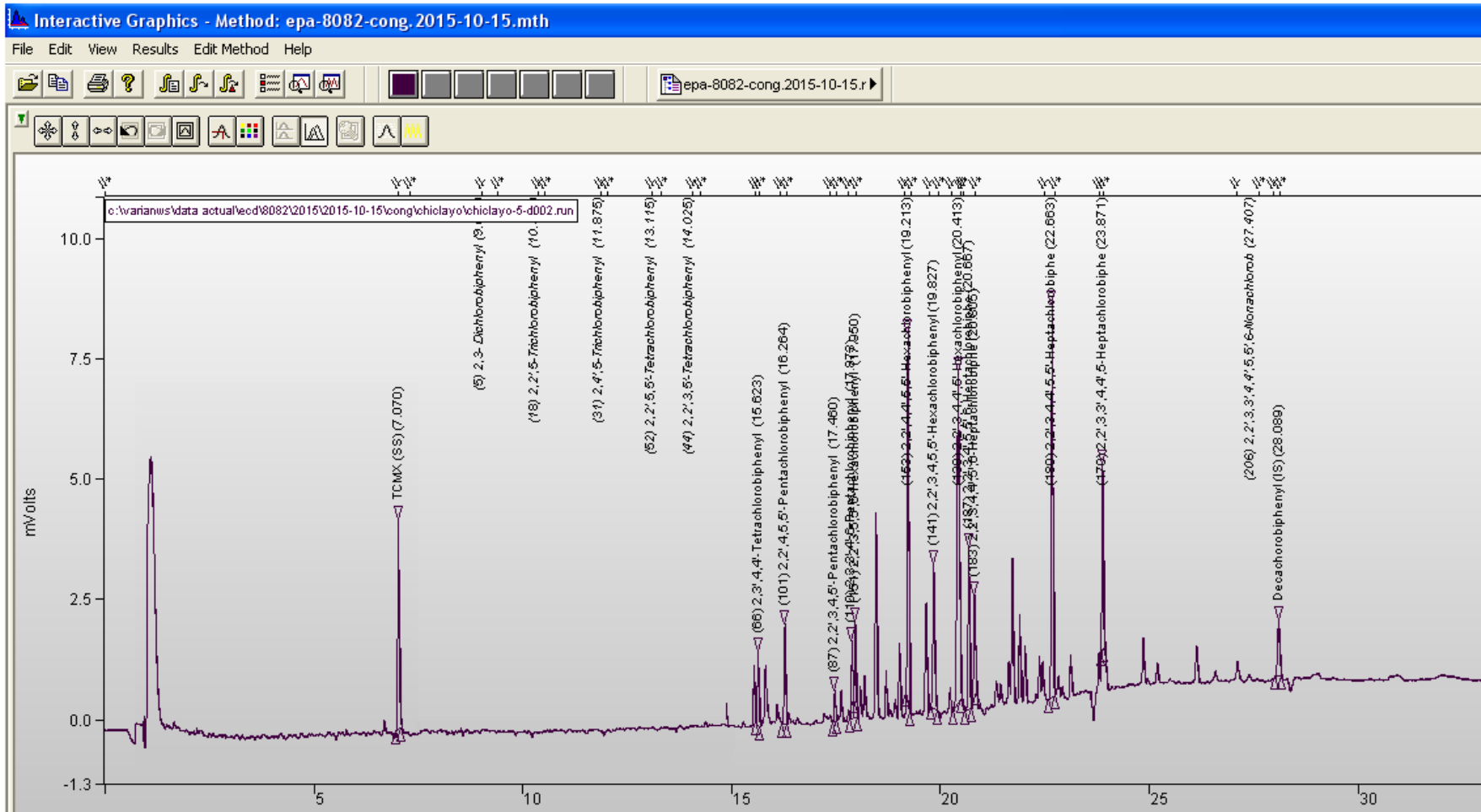




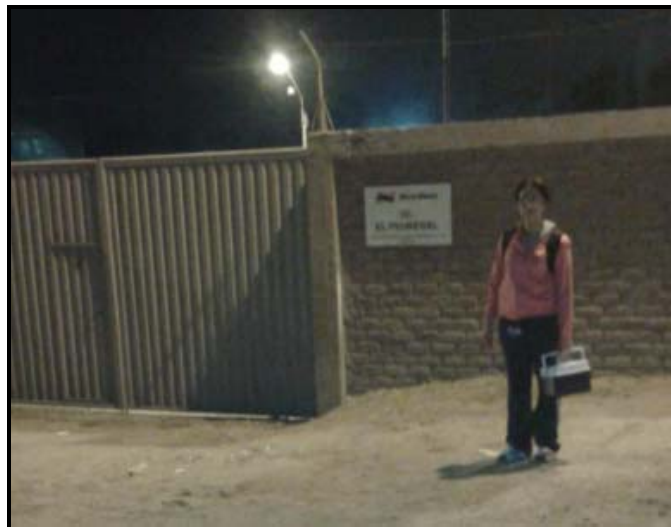








## MUESTREO EN LA SUB ESTACION ELECTRICA DE CHINCHA



## MUESTREO EN LA SUB ESTACION ELECTRICA DE CHIMBOTE





## CUARTEO DE LA MUESTRA EN LABORATORIO



## MUESTRAS LISTAS PARA CARGAR EN EL EQUIPO GC



## ESTANDAR DE AROCLOROS



## AMPOLLA DE ESTANDAR SURROGADO



## COLUMNA CAPILAR PARA EL ANALISIS DE PCBs



## CROMATOGRAFO DE GASES MARCA VARIAN CP3800

