



# BOLETÍN ELECTRÓNICO INFORMATIVO SOBRE PRODUCTOS Y RESIDUOS QUÍMICOS

Año 11 N° 78, Abril, 2015

Editor: Ing. Jorge Eduardo Loayza Pérez MSc.  
FQIQ. UNMSM. Lima. Perú

El *Boletín Electrónico Informativo sobre Productos y Residuos Químicos* se publica periódicamente para proporcionar a los lectores una visión integral y actualizada sobre el *manejo responsable* de productos y residuos químicos, con la finalidad de proteger la salud y el ambiente.

## NOTA DEL EDITOR

En la actualidad existe una gran preocupación sobre la gestión integral de residuos químicos peligrosos. Este espacio estará abierto para dar a conocer investigaciones, iniciativas y experiencias con respecto a este tema. En el presente número se inicia la presentación de los PCB, en los siguientes números se tratará de las opciones tecnológicas para la destrucción responsable de residuos de este tipo de sustancias.

## BASE DE DATOS DE MODELOS MOLECULARES DIGITALES 3D DE COMPUESTOS ORGÁNICOS PERSISTENTES USANDO SOFTWARE LIBRE

Alicia Vílchez<sup>1</sup>, Victorio Marzocchi<sup>2</sup>, Horacio Beldoménico<sup>3</sup> y Nicolás Vanzetti<sup>4</sup>  
FIQ – Universidad Nacional del Litoral (UNL)

Usando el Gabedit, un editor libre de moléculas en 3D, los investigadores obtuvieron los modelos moleculares tridimensionales de unos 400 Compuestos Orgánicos Persistentes (COPs), incluyendo 209 bifenilos policlorados (PCB), 75 dioxinas (PCDD) y 135 furanos (PCDF); para lo cual diseñaron y construyeron una base de datos usando el motor PostgreSQL, en la que se incorporó información sobre nomenclatura, estructura química, archivos de las coordenadas de los centros atómicos y archivos de imágenes de los COP. Además, a la consulta a la base de datos se integró el Jmol, una mini aplicación interactiva para el navegador web, que permite obtener una representación animada de los modelos moleculares. Es importante anotar, que los modelos moleculares en 3D son de gran ayuda para el análisis de la relación entre estructura química y parámetros conformacionales con algunas propiedades de interés toxicológico. La base de datos está disponible en internet para su uso en actividades de docencia y extensión.

La utilización del software libre Gabedit evita las restricciones económicas y legales que establecen las licencias de otros software de visualización y modelado molecular, y ha demostrado ser una herramienta muy útil para la obtención de modelos 3D usados en el estudio de la estructura de los PCB y su influencia sobre las características de toxicidad similar a dioxina.

(Continúa en la página 2)

## BIFENILOS POLICLORADOS (PCB)

Jorge Loayza – Grupo de Investigación en Tecnologías Ambientales (FQIQ-UNMSM)

### 1.- ¿Qué son los bifenilos policlorados?

Los bifenilos policlorados son una familia de compuestos orgánicos (hidrocarburos clorados) que se sintetizan por cloración catalítica del bifenilo y está constituida por una mezcla de productos clorados en distinto grado, en las que se han identificado hasta 209 miembros denominados congéneres.

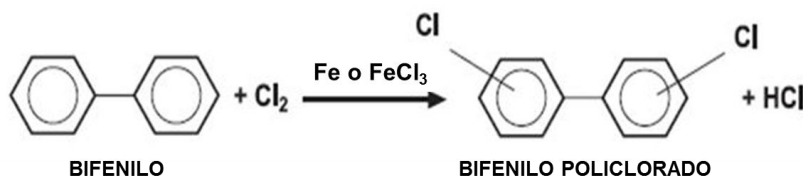


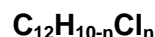
Figura 1 Cloración de un bifenilo para obtener un bifenilo policlorado (representación general)

(<https://karry1986.files.wordpress.com/2009/10/imagen2.jpg>)

Debido a su toxicidad los PCB presentes en el medio ambiente han sido causa de preocupación internacional; así como sus residuos, por su impacto potencial sobre la salud humana.

### 2.- Estructura de los PCB

Los PCB están constituidos por un núcleo de bifenilo en el que existen hasta 10 posiciones susceptibles de ser cloradas. Su fórmula general es:



donde n varía entre 1 y 10.

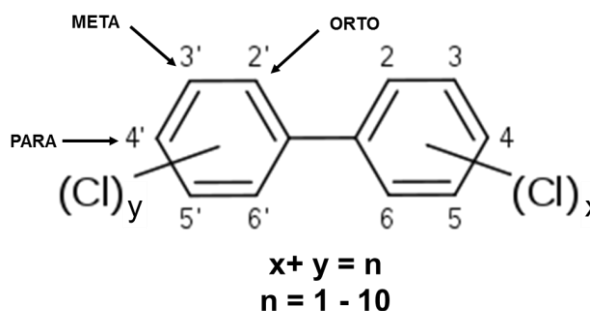


Figura 2 Estructura de un PCB (Loayza J., 2013)

Los congéneres con el mismo grado de cloración, se denominan homólogos y los homólogos con los átomos de halógeno en distintas posiciones del anillo de bifenilo se denominan isómeros.

(Continúa en la página 2)

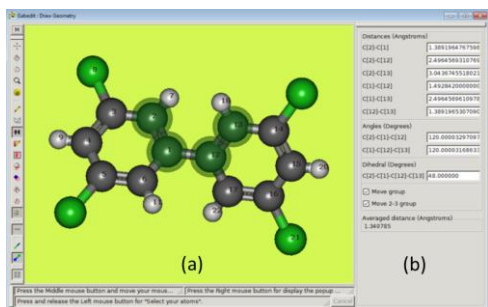


Figura 3 Editor molecular Galedit  
(a) Ventana de dibujo mostrando el PCB 80; (b) Panel de mediciones

Al estar disponible el código, permite desarrollos posteriores como la ampliación de las familias de compuestos químicos de su librería interna. La base de datos de COP desarrollada con el software libre PostgreSQL, unida a la interfaz que incluye la mini aplicación interactiva Jmol, es una excelente herramienta de apoyo a las actividades docentes y de servicios analíticos, con resultados muy interesantes, en el caso aquí desarrollado de estudio de compuestos orgánicos persistentes (PCB, dioxinas y furanos). Tiene gran potencialidad de ampliación y es objeto de consulta por su información relevante para temas sanitarios y medioambientales.

Los interesados pueden comunicarse con los autores en las siguientes direcciones electrónicas:

- (1) alguvi@unl.edu.ar,
- (2) vmarzocc@fiq.unl.edu.ar
- (3) hbeldo@fiq.unl.edu.ar
- (4) nvanzetti@gmail.com

#### Abstract

Using Galedit, a free editor of molecules in 3D, we obtained three-dimensional molecular models about 400 Persistent Organic Compounds (POCs), including 209 polychlorinated biphenyls (PCBs), 75 dioxins (PCDDs) and 135 furans (PCDFs). Was designed and built a database of POCs using the PostgreSQL engine, which incorporated information on nomenclature, chemical structure, the files of the coordinates of atomic centers and imaging of COPs. Furthermore, the query to the database was integrated Jmol, a mini interactive application for the web browser, giving an animated representation of molecular models. The molecular models 3D are of great help in the analysis of the relationship between chemical structure and conformational parameters with some properties of toxicological concern. The database is available online for use in teaching and extension activities.

### 3. Propiedades de los PCB

Las propiedades de los PCB dependen del grado de cloración de los anillos del bifenilo. Los bifenilos mono-, di-, tri-, tetra-clorados son líquidos incoloros, mientras que los bifenilos pentaclorados son fluidos densos y de color miel. También se conocen PCB que forman resinas de color amarillo a marrón oscuro o negro.

Los PCB comerciales son mezclas, por lo tanto las características del producto final dependen del contenido promedio de cloro de sus componentes, que a la vez depende de las condiciones en las que se haya realizado la reacción de cloración (por ejemplo, proporciones de cloro y bifenilos empleadas, temperatura y tiempo de reacción, entre otras).

La estructura química de los PCB, les confieren características que permiten usarlos en innumerables aplicaciones industriales. Entre sus principales propiedades se tienen:

- Son compuestos estables (ya que poseen inercia química).
- Resisten la acción de ácidos y bases.
- Son difícilmente oxidables.
- Son hidrofóbicos.
- Son lipofílicos.
- Se bioacumulan.
- Se biomagnifican.
- No son corrosivos.
- No son volátiles.
- Resisten la acción del calor y las elevadas temperaturas (\*).
- Son buenos conductores de calor, por ello es posible usarlos como fluidos térmicos.
- Son buenos aislantes eléctricos, ya que tienen altas constantes dieléctricas.

Son estables hasta los 200°C, pero se empiezan a descomponer entre 200°C y 450°C, a temperaturas entre 450°C y 1000°C, es posible la combustión con la producción de dioxinas y furanos.

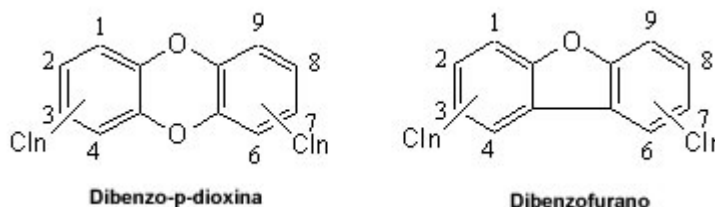


Figura 4 Dioxinas y furanos generados a partir de PCB a temperaturas entre 450 °C y 1000 °C.

(Fuente: <http://www.labocal.com/modulos/usuariosFtp/conexion/imagenes682a.jpg>)

### 4. Transporte de los PCB

Los PCB pertenecen a la familia de Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP), esto significa que son estables, resisten cambios de presión y temperatura; así como, la acción de diversas sustancias químicas. Teniendo en cuenta que en los diversos componentes ambientales, lo que no es inmediatamente degradado es transportado a grandes distancias, mediante diversos mecanismos. Por ejemplo, son transportados en la grasa de mamíferos y de las aves migratorias; también se desplazan por el aire y por los cauces de agua. Muchos de ellos se adsorben sobre las partículas de polvo y son transportadas por el viento.

Si el PCB posee una elevada presión de vapor, sus moléculas se volatilizan por calentamiento debido a la radiación solar, y si las condiciones lo permiten se condensarán nuevamente, en algunos casos muy lejos de su fuente de generación.

(Continúa en la página 3)

## NOMBRES COMERCIALES DE LOS PCB

Los PCB se han comercializado con diversos nombres y corresponden a mezclas complejas, algunos se muestran en el Cuadro 1, donde se incluye el país de fabricación.

**CUADRO 1 PCB COMERCIALES**

SINÓNIMOS Y NOMBRES COMERCIALES	PAÍS DE FABRICACIÓN
Abestol, Aceclor, Adkarel, ALC, Apirolio	Italia
Apirolio, Areclor, Arochlor, Arochlors, Arochlor/Arochlor(s), Areubren, Asbestol	Estados Unidos
Ask/Askarel/Askael, Auxol	Alemania
Bakola, Blacol, Biclor	Alemania
Clofen	Alemania
Cloresil, Chlophen, Chlorextol, Cloretol	Estados Unidos
Clorinal/Clorinol, Clorofeno, Clorofina	Polonia
Chorextol, Chorinol, Clofen/Clophenharz, Cloresil, Clorinal, Clorofeno, Clorphen, Crophene	Alemania
Delofet O-2, Delor, Delor/Del, Delorene, Delorit, Delotherm DK/DH	Checoslovaquia
Diarol, Dicolor, Diconal, Disconon, DK	Italia
Ducanol, Duconal, Duconol, Dykanol	Estados Unidos
Dyknol	Alemania
Educarel, EEC-18, Elaol	Alemania
Electrophenyl, Elemex	Estados Unidos
Elinol, Eucarel, Euracel	Italia
Fenchlor, Fenclor	Italia
Fenoclor	Francia
Fenocloro	Estados Unidos
Gilotherm	Estados Unidos
Hexol, Hivar, Hydeler, Hydol, Hydrol, Hyrol, Hyvol	Estados Unidos
Inclor, Inerteen	Estados Unidos
Inertenn	Japón
Kanechlor, Kaneclor, Kennechlor	Japón
Kenneclor	Estados Unidos
Leromoll	Estados Unidos
Magvar, MCS 1489, Montar, Monter	Estados Unidos
Nepoli, Nepolin, Niren, NoFlamol, No-Flamol	Estados Unidos
Non-Flamol	Francia
Olex-sf-d, Orophene	Francia
Pheaoclor, Pheneclor, Phenochlor	Francia
Plastivar, Prodelec, Pydraul, Pyraclor, Pyralene	Francia
Pyranol, Pyroclor, Pyrochlor, Pyronol	Estados Unidos
Safe-T-Kuhl, Saf-T-Kohl, Saft-Khuhl, Saf-T-Kuhl	Estados Unidos
Santosol, Santotherm	Japón
Santotherm, Santovac, Sat-T-America, Siclonyl, Solvol, Sorol, Soval, Sovol	URSS
Sovtol, Tarnol	Polonia
Terphenylchlore	Francia
Therminol	Estados Unidos

### 5. Exposición laboral y accidental a los PCB

Como ocurre con las dioxinas, el efecto de los PCB sobre la salud es difícil de establecer. La exposición a nivel laboral produce principalmente casos de acné clórico (o cloroacné). Otros efectos se relacionan con la exposición accidental, se han reportado eventos no deseados, pero con el mismo origen, ocurridos uno en Japón (1968) y otro en Taiwán (1971); donde el aceite para cocinar se había contaminado con PCB (y con PCDF). El consumo de este producto afectó a miles de personas, que desarrollaron una serie de enfermedades como el cloroacné, la decoloración de la piel, además de bebés con bajo peso y elevado índice de mortalidad entre bebés de madres expuestas

### 6. Exposición ambiental a los PCB

La población y los animales del Ártico presentan un elevado riesgo de exposición a los PCB, debido al alto contenido graso de sus dietas. Los contaminantes que alcanzan estas regiones del norte se bioacumulan en la cadena alimenticia, almacenándose en los tejidos blandos. En estudios realizados en la grasa de los osos polares, se ha encontrado niveles de PCB hasta de 90 ppm. El contenido de PCB en la leche materna de las poblaciones del norte (Inuit) es muy superior a los niveles detectados en climas templados.

### 7. Aplicaciones de los PCB

Debido a sus propiedades químicas, los PCB se utilizaron en diversas aplicaciones industriales y en productos de consumo, las cuales se agrupan en sistemas completamente cerrados, nominalmente cerrados y abiertos.

- (1) Sistemas completamente cerrados
- (2) Sistemas nominalmente cerrados
- (3) Sistemas abiertos

Los PCB se utilizaron en una muy amplia variedad de aplicaciones industriales y de consumo. La Organización Mundial de la Salud calificó esos usos de completamente cerrados, nominalmente cerrados y abiertos (IPCS 1992). Esos usos abarcan:

- (1) Sistemas completamente cerrados:

Son unidades selladas o cerradas, donde los PCB se mantienen dentro del equipo. En condiciones normales de estos sistemas, los usuarios o el medio ambiente no se encuentran expuestos a los PCB. Las emisiones de PCB pueden ocurrir en actividades de mantenimiento y reparación o como resultado de un daño del equipo (incendio). Por ejemplo, condensadores, transformadores, motores eléctricos, balastos de equipos de iluminación, electroimanes, otros.



Foto 1 Transformador conteniendo PCB  
(corresponde a un sistema completamente cerrado)

(Continúa en la página 4)

## NORMATIVIDAD INTERNACIONAL APLICABLE A LOS PCB

### 1. Antecedentes

Fue en el año 1966 cuando por primera vez el Dr. Soren Jensen en el Laboratorio Arrhenius de la Universidad de Estocolmo, Suecia, puso en evidencia que los PCB producidos masivamente por años, principalmente para uso en transformadores eléctricos y capacitores, tenían la capacidad de bioacumularse en tejidos grasos. A partir de esa fecha se han recopilado datos que advierten del riesgo de exposición a estas sustancias representan para la salud humana y el medio ambiente, lo que llevó que durante las décadas de los 70 y 80 las mayores empresas cesaran su producción mundial.

Durante la década de los 90, la comunidad internacional logró establecer una base científica, que permitió al PNUMA, iniciar un acuerdo internacional que resultó en un instrumento legal, bajo el nombre de "Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP)" que establece la eliminación gradual y definitiva de estas sustancias.



Foto 2 Verificando la presencia de PCB  
(Fuente; www.vereadorgoulart.com.br)

### 2. Convenios aplicables para el caso de los PCB

Los PCB, así como algunos plaguicidas como el DDT, y las dioxinas y furanos, subproductos de la incineración industrial, están incluidos en el *Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP)*.

El Convenio trata de la producción, uso, importación, exportación, liberación de subproductos, gestión de existencias y eliminación de una primera lista de doce COP. Según lo estipulado en el Convenio, las *Partes* prohibirán y/o adoptarán las medidas jurídicas y administrativas necesarias para eliminar la producción y uso de PCB.

(Continúa en la Página 5)

### (2) Sistemas nominalmente o parcialmente cerrados

Son sistemas en los cuales los PCB no están expuestos directamente al medio ambiente; sin embargo, pueden llegar a liberarse periódicamente por el uso del equipo. Por ejemplo, en intercambiadores de calor, sistemas hidráulicos, bombas de vacío, otros.

### (3) Sistemas abiertos

En este caso, los PCB son constituyentes de otros productos que se encuentran fácilmente en contacto con el medio ambiente y el ser humano. Por ejemplo, tintas, materiales aislantes, lubricantes, adhesivos, retardantes de llama, pinturas, plaguicidas, plastificantes, otros.

## IDENTIFICACIÓN DE ACEITES CON PBC

Es importante identificar correctamente los líquidos con PCB; por ejemplo, en condensadores y transformadores. Una vez obtenidas las muestras del aceite de un transformador, sería importante poderlas someter rápidamente a una prueba sencilla. No existen pruebas rápidas para identificar los PCB. El análisis de estas sustancias se suele hacer en laboratorios, utilizando diversos tipos de cromatografía:

- cromatografía de gas con columna empacada;
- cromatografía líquida en capa delgada;
- cromatografía líquida de alta resolución (HPLC).

Estos tipos de análisis son indispensables si se requieren concentraciones precisas de PCB. Sin embargo, los análisis cuantitativos no suelen ser necesarios en la primera fase de identificación del contenido de un transformador. Afortunadamente, existen dos tipos de métodos rápidos, aunque no necesariamente certeros, que pueden señalar la presencia o contenido de PCB:

- Prueba de densidad.** Como contienen cloro, que es un átomo bastante pesado, los aceites con PCB suelen tener una densidad alta. Ello permite distinguirlos sobre todo de los aceites minerales, que por lo regular son más ligeros que el agua. Por otro lado, la gravedad específica de los aceites de PCB puede llegar a 1.5. Por ejemplo, un aceite con PCB siempre se irá al fondo de una mezcla con agua, mientras que un aceite mineral tenderá a flotar en la superficie.
- Prueba del cloro.** Por fortuna, la presencia de cloro puede detectarse mediante un sencillo análisis químico. Existen "tiras reactivas" sensibles a la presencia del cloro. Además, si se enciende un compuesto que contiene cloro en presencia de cobre se producirá una llama verde, ya que el cloro forma pequeñas cantidades de cloruro de cobre en la superficie del cobre y esta sustancia, al volatilizarse, produce una característica llama verde.

Después de realizar estas sencillas pruebas, convendría verificar si el cloro existente se debe a la presencia de PCB y no a alguna otra sustancia que contenga cloro. Esta verificación puede hacerse mediante alguna de las pruebas cromatográficas antes mencionadas.

Estas dos pruebas sencillas indicarán, pues, la presencia de cloro, tal como se presenta en los PCB. La prueba arrojará los mismos resultados con aceites minerales clorados; éstos también se utilizan en transformadores pero no representan el mismo peligro que los PCB. Aun así, se está eliminando su uso en equipos eléctricos. Los aceites para transformador que no contengan cloro no darán positivo en las pruebas antes descritas.

### Fuente:

PNUMA, Transformadores y condensadores con PCB: desde la gestión hasta la reclasificación y eliminación. Primera edición. Mayo de 2002.

Como aún son necesarios los equipos que contienen PCB, sobre todo ciertos transformadores y condensadores eléctricos, se ha establecido una excepción que permite seguir utilizando estos equipos hasta el año 2025, dentro del marco de política establecido en el Convenio. Se espera que las Partes realicen esfuerzos decididos para identificar y etiquetar el equipo y eliminar su uso. El primer problema que enfrentan los países que siguen utilizando transformadores y condensadores con PCB es cómo *localizar* e *identificar* este equipo, para luego tomar una decisión respecto a cómo y cuándo habrá que *gestionar*, *reclasificar* y, por último, *eliminar* el equipo contaminado. En las etapas finales del proceso de descontaminación se pueden generar residuos peligrosos de diversos tipos.



Foto 3 Transformadores en los cuales se ha identificado la presencia de PCB

Es importante recordar que todos estos materiales tendrán que manejarse estrictamente según la normativa sobre movimientos transfronterizos de desechos peligrosos especificado en el Convenio de Basilea<sup>1</sup>, así como a las restricciones de importación/exportación estipuladas en los Convenios de Estocolmo y de Rotterdam<sup>2</sup>.

Notas:

<sup>1</sup> El Convenio de Basilea sobre Control de los Movimientos Transfronterizos de Desechos Peligrosos y su Eliminación fue adoptado en 1989 y entró en vigor en 1992.

<sup>2</sup> El Convenio de Rotterdam sobre Consentimiento Fundamentado Previo para Ciertos Plaguicidas y Productos Químicos Peligrosos objeto de Comercio Internacional fue adoptado en 1998 y entró en vigor al registrarse la 50ª ratificación.



Foto 4 Rotulación de equipo conteniendo PCB

## CONCENTRACIONES LÍMITE DE PCB EN ALIMENTOS

Aunque la producción de PCB se prohibió en Estados Unidos y en otros países desde 1979, estas sustancias químicas aún persisten en el aire, agua y suelo, debido a que se bioacumulan y se transfieren dentro de la cadena alimenticia. Los métodos instrumentales actualmente empleados para detectar trazas ha permitido poner en evidencia que alimentos de consumo humano, como carnes (porcina, vacuna, peces y aves), leche, huevos de gallina, vegetales, granos, etc., contienen altas concentraciones de PCB que sobrepasan lo establecido por las organizaciones internacionales.

La EPA estableció un límite de 0.0005 ppm (mg de PCB por litro de agua para consumo humano). La Food and Drug Administration (FDA) obliga a que los alimentos para niños (huevos, leche y otros productos de consumo diario) contenga no más de 0.2–3 partes por millón (ppm) de PCB (Ver Cuadro 2).

Cuadro 2 Límite máximo de la concentración de PCB en diversos alimentos

ALIMENTO	LÍMITE DE PCB (ppm)
Leche	1.5
Aves para consumo	3.0
Huevos de gallina	0.3
Alimentos para animales	2.0
Peces marinos y mariscos	2.0
Alimentos para infantes y lactantes	0.2
Agua para consumo humano	0.0005

Fuente: Datos obtenidos de las Normas Estadounidenses para PCB de 1996 (1 ppm = 1 µg/g; 1 mg/Kg, 1 mg/L). Citado por Miller-Pérez et al. (2009).

**Colaboraron en la elaboración del presente número los siguientes miembros del Grupo de Investigación en Tecnologías Ambientales de la FQIQ-UNMSM:**

Ing. Marina Silva, Estudiante Gabriela Arce y Estudiante Alexis Casafranca

**EN EL PRÓXIMO NÚMERO... Boletín N° 79 – Agosto (2015)**

**Opciones Tecnológicas para la destrucción responsable de PCB (Primera Parte)  
Métodos físicos, térmicos y químicos**



### CONSULTAS Y SUGERENCIAS

Dirigirse al Ing. Jorge Loayza (Oficina N° 222).  
Facultad de Química e Ingeniería Química. Pabellón de Química.  
Ciudad Universitaria. UNMSM. Lima. Perú.  
Correos electrónicos: jeloayzap@yahoo.es / jloayzap@unmsm.edu.pe

**Los artículos firmados son responsabilidad de sus autores**

**Se autoriza la reproducción y difusión del material presentado, citando las fuentes.**



## ANEXO

### IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS Y MATERIALES QUE CONTIENEN PCB

**Fuente:** “Manual de Chile sobre el manejo de Bifenilos Policlorados (PCBs; Askareles): Un estudio de caso sobre la aplicación de guías” UNEP CHEMICALS - CONAMA

La siguiente tabla presenta los nombres comerciales, sinónimos e identificación de las empresas y/o del país fabricante de mezclas comerciales de Bifenilos Policlorados (PCBs) <sup>[58]</sup>

\* Claves: [t], transformador; [c], condensador; (empresa, país), identificación de la empresa y/o país fabricante.

**Tabla A.1.** Nombres comerciales, sinónimos, fabricantes y país de origen de los PCBs [Ref. UNEP, IOMC (1999)].

Abestol [t, c]	Askareles	Clophen – A30
Aceclor [t]	ASK (Queensboro Transf. & Mach.)	Clophen – A50
ALC (R.C. Uptegraff)	Askael	Clophen – A60
Apirolio [t, c] (Italia)	Askarel <sup>(4)</sup> [t, c] (Queensboro Transf. Co.)	Clophenharz
Apirolla	(Hevi-Duty Electric) (Ferranti-Packard Ltd.)	Clorphen [t]
Apirollo	(Niagara Transf. Corp.) (ESCO Manuf. Co.)	Cloresil
Apirorlio	(Research-Cottrell) (Universal Manuf. Corp.)	Clorextor
Apriolio [t, c]	(EEUU)	Clorinal
Arachlor	ASTM 2283	Clorinol (Sprague Electric Co.)
Areclor [t]	ASTM 2283 DG	Clorobifenilos
Arochlor [t, c]	ASTM 2283 E	Clorphen [t]
Arochlors	Auxol	Decachlorodiphenyl
Arochur	Bakola	Delor
Arodor [t, c] (Monsanto, EEUU)	Bakola 131 [t, c]	Delorene
Arodor B (P.R. Mallory & Co.)	Bidor [c]	Diachlor
Arodor 1016 [t, c]	Bifenilos Policlorados	Diaclor [t, c] (Sangamo Electric)
Arodor 1221 [t, c]	Biphenyl, chlorinated	Diaconal
Arodor 1232 [t, c]	BPC	Dialor [c]
Arodor 1242 [t, c]	Capacitor 21 (Monsanto, EEUU)	Dicolor
Arodor 1248	Chlophen	Diconal
Arodor 1254 [t, c]	Chloretol	Difenilos Policlorados
Arodor 1260 [t, c]	Chlorextol [t] (Allis-Chalmers)	Diphenyl, chlorinated
Arodor 1262 [t, c]	Chlorinated Biphenyl	Disconon [c]
Arodor 1268 [t, c]	Chlorinated Diphenyl	Dk [t, c]
Arodor 1270	Chlorinol (Sprague Electric Co.)	DK (Caffaro, Italia)
Arodor 1342	Chlorintol	DP 3
Arodor 2565	Chlorobiphenyl	DP 4
Arodor 4465	Chloroextol	DP 5
Arodor 5460	Chlorphen	DP 6.5
Aroclors	Chorextol	Ducanol
Arodor	Chorinol	Duconal
Arubren	Clophen [t, c] (Bayer, Alemania)	Duconol [c]
Asbestol [t, c] (American Corp.)	Clophen – Apirorlio	Dykanol [t, c] (Cornell Dubilier)
		Dyknol

<sup>(4)</sup> Askarel<sup>®</sup>: Además de ser un nombre comercial, es un término genérico utilizado para denominar a los líquidos aislantes no inflamables de transformadores y condensadores.