

GENERACIÓN DE CAPACIDADES PARA LA ADOPCIÓN DE ALTERNATIVAS MAS SEGURAS AL USO DE PENTACLOROFENOL



2018

COORDINACIÓN GENERAL DE CONTAMINACIÓN Y



Preparado por:

Jesús Atenodoro Alonso

Contrato: INECC/RPAD-005/2018

Bld. Adolfo Ruiz Cortines 4209, Col.
Jardines en la Montaña, Tlalpan, 14210
Ciudad de México, CDMX. Tel 5424 6400.
Fax. +52 (55) 54245404.

<http://www.gob.mx/inecc>

Septiembre, 2018

DIRECTORIO

Dra. María Amparo Martínez Arroyo
Directora General del INECC

Dr. J. Víctor Hugo Paramo Figueroa
Coordinador General de Contaminación y Salud Ambiental

Dr. Arturo Gavilán García
Director de Investigación sobre Contaminación, Sustancias, Residuos y Bioseguridad

M. en C. Miguel Ángel Martínez Cordero
Subdirección de Investigación sobre Sustancias y Residuos

COORDINACIÓN Y SUPERVISIÓN GENERAL DEL ESTUDIO

Dr. Arturo Gavilán García

M. en C. Miguel Ángel Martínez Cordero

Ing. Tania Ramírez Muñoz

Contenido

1	Objetivos.....	6
2	Introducción.....	7
3	Prueba piloto a la propuesta de directrices sobre la preparación de inventarios de pentaclorofenol (PCP).....	8
3.1	Objetivos y alcance.....	8
3.2	Descripción de metodología utilizada.....	9
3.3	Resultados finales por sector involucrado.....	9
4	Usos actuales en México.....	13
4.1	Tratamiento de postes y crucetas de madera.....	14
4.2	Uso en agricultura.....	15
4.3	Producción de NaPCP.....	15
4.4	Otras aplicaciones y usos.....	16
5	Condiciones de manejo conforme al ciclo de vida.....	16
5.1	Adquisición de materia prima.....	17
5.2	Producción.....	17
5.3	Distribución.....	18
5.4	Consumo de productos y materiales.....	19
5.5	Reciclaje.....	20
5.6	Disposición final.....	21
6	Desarrollar un estudio de caso sobre la implementación de alternativas.....	24
6.1	Alternativas químicas.....	24
6.2	Alternativas no químicas.....	26
7	Análisis de resultados.....	27
8	Conclusiones.....	34
9	Bibliografía.....	35
10	Anexo I incompatibilidad de sustancias químicas con PCP.....	37
11	Anexo II. Exenciones específicas solicitadas por México.....	49
12	Anexo III. Medidas de primeros auxilios.....	50
13	Anexo IV. Medidas para combate contra incendios.....	51
14	Anexo V. Medidas para liberaciones accidentales.....	52

15	Anexo VI. Control de exposición / protección personal.....	53
16	Anexo VII. Información toxicológica.....	55
17	Anexo VIII. Información ecológica.....	57
18	Anexo IX. Sistema de clasificación de riesgo.....	58
19	Anexo X. Guía No. 154 sobre sustancias tóxicas y/o corrosivas (no combustibles).....	59

Gráfico 1. Exportaciones de PCP. Fuente: elaboración propia con información del SIAVI.....	12
--	----

Ilustración 1 Ciclo de vida del pentaclorofenol. Fuente: elaboración propia.....	16
Ilustración 2 Anexo 2 Tabla “B” de incompatibilidad.....	48
Ilustración 3: Guía 154 para PCP. Fuente: Guía de respuesta en caso de emergencia, 2016.....	59

Tabla 1. Plan de trabajo.....	8
Tabla 2. Productos comerciales con PCP o NaPCP.....	10
Tabla 3 Datos de exportaciones para el periodo 2007-2017.....	11
Tabla 4 Datos de importaciones para el periodo 2007-2017.....	13
Tabla 5 Diagnóstico de producción y usos del PCP.....	13
Tabla 6 Registro sanitario de plaguicidas y nutrientes vegetales.....	20
Tabla 7 Clasificación del PCP respecto a la NOM-052-SEMARNAT-2005.....	21
Tabla 8. Características de la creosota.....	31
Tabla 9. Características del pentaclorofenol y la solución impregnante.....	31
Tabla 10 Resumen de información CFE-Postes, crucetas y Protectores.....	32
Tabla 11. Licitaciones adjudicadas con uso de PCP y creosota.....	33
Tabla 12 Anexo 5 Tabla “A” de incompatibilidad.....	45
Tabla 13 Nomenclatura anexos de incompatibilidad.....	45
Tabla 14 Anexo I Grupos reactivos.....	46
Tabla 15 Resumen de incompatibilidades del PCP.....	47
Tabla 16. Exenciones específicas solicitadas por México.....	49

Tabla 17. Medidas de primeros auxilios.	50
Tabla 18. Medidas para combate contra incendios.....	51
Tabla 19. Medidas para liberaciones accidentales.....	52
Tabla 20. Control de exposición.	53
Tabla 21. Protección personal.....	53
Tabla 22. Nomenclatura de control de exposición /protección personal	54
Tabla 23. Información toxicológica.....	55
Tabla 24. Nomenclatura sobre información toxicológica.....	56
Tabla 25. Información ecológica.....	57
Tabla 26. Sistema de clasificación de riesgo.....	58

1 Objetivos

Realizar un diagnóstico de la situación en México del pentaclorofenol y de las condiciones necesarias para lograr su eliminación y el registro de las excepciones aplicables al Convenio de Estocolmo, mediante el uso de información científica y técnica sobre las alternativas existentes, mediante las siguientes actividades:

- Realizar una prueba piloto a la propuesta de directrices sobre la preparación de inventarios de pentaclorofenol (PCP) sobre la identificación de alternativas más seguras para la eliminación gradual de estos productos químicos en México.
- Determinar los usos actuales presentes en el país.
- Determinar para cada uso identificado las condiciones de manejo, resaltando las diferentes etapas del ciclo de vida de la sustancia.
- Proponer métodos para su manejo y eliminación de acuerdo a las guías internacionales aplicables.
- Evaluar la factibilidad técnica y económica de las alternativas químicas y no químicas conocidas.
- Proponer un caso de estudio en México para la posible implementación de alternativas al PCP.

2 Introducción.

Dada la inclusión de nuevos Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) en fechas posteriores a la publicación del Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo (PNI), durante 2015 se llevó a cabo un proceso para su actualización. Como resultado se detectó la necesidad de conocer la situación actual de diversas de estas sustancias, en particular del pentaclorofenol, sus sales y ésteres, dado que México es uno de los pocos países que aún la producen. Adicionalmente, se requiere identificar alternativas químicas y no químicas a ellos, que sean apropiadas para nuestro país desde el punto de vista ambiental, tecnológico, económico y social.

El presente trabajo se realiza conforme a lo requerido por el artículo 3 del Convenio de Estocolmo sobre medidas para reducir o eliminar las liberaciones derivadas de la producción y utilización intencionales donde cada parte debe prohibir y/o tomar medidas jurídicas y administrativas para eliminar la producción, importaciones y exportaciones de productos químicos listados en los anexos del convenio; el artículo 4 sobre el registro de exenciones específicas para producción y uso de productos químicos incluidos y el artículo 6 acerca de las medidas para reducir o eliminar las liberaciones derivadas de existencias y desechos, donde se establece el compromiso de elaborar estrategias adecuadas para garantizar que los productos químicos se conviertan en desechos con una gestión adecuada para proteger la salud humana y el medio ambiente.

La decisión SC-7/13 incluye al pentaclorofenol y sus sales y ésteres al convenio en la parte I del anexo A donde se menciona que todas las partes que se hayan inscrito, de conformidad con el artículo 4, para la exención respecto de la producción y el uso del pentaclorofenol en los postes y crucetas de servicios públicos adoptará las medidas necesarias para garantizar que los postes y crucetas que contengan pentaclorofenol puedan identificarse fácilmente, etiquetándolo o por otros medios, durante sus ciclos de vida. Los artículos tratados con pentaclorofenol no deben reutilizarse para fines distintos de los que sean objeto de exención (UNEP, 2015).

3 Prueba piloto a la propuesta de directrices sobre la preparación de inventarios de pentaclorofenol (PCP).

3.1 Objetivos y alcance.

Planeación

La adecuada implementación de las acciones encaminadas a la reducción de los riesgos derivados del manejo del pentaclorofenol requiere de un diagnóstico de su situación en el país para identificar las fortalezas y las limitaciones de nuestro país a lo largo de todo su ciclo de vida, y con ello identificar las medidas adecuadas para su eliminación gradual y las alternativas viables.

Para ello es necesario realizar un diagnóstico que incluya un análisis del tamaño de su comercio en México; de las implicaciones económicas, sociales y ambientales derivadas de su uso, de los beneficios y las limitaciones asociadas con su prohibición o restricción; de los mecanismos apropiados para su cancelación gradual; y de la pertinencia y la factibilidad económica, social, tecnológica y ambiental de sus alternativas, tanto químicas como no químicas

Este proyecto está vinculado con el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT), y el Programa Institucional 2014-2018 del INECC.

El plan de trabajo a seguir se muestra en la Tabla 1. Plan de trabajo

Tabla 1. Plan de trabajo

Actividades	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
a. Realizar una prueba piloto a la propuesta de directrices sobre la preparación de inventarios de pentaclorofenol (PCP) y sobre la identificación de alternativas más seguras para la eliminación gradual de estos productos químicos en México.	X	X		
b. Determinar los usos actuales presentes en el país;	X	X		
c. Determinar para cada uso identificado las condiciones de manejo, resaltando las diferentes etapas del ciclo de vida de la sustancia;		X	X	
d. Proponer métodos para su manejo y eliminación de acuerdo a las guías internacionales aplicables;		X	X	X
e. Evaluar la factibilidad técnica y económica de las alternativas químicas y no químicas conocidas.			X	X
f. Proponer como un caso de estudio en México la posible implementación de alternativas al PCP			X	X

Fuente: elaboración propia.

3.2 Descripción de metodología utilizada.

Se utilizó la metodología nivel II “Inventario preliminar”, el cual se enfoca en sectores específicos, visitas a los sitios, recolección de datos provenientes de las partes interesadas y cuestionarios que soporten la información histórica de cada uso y producto identificado.

Esto proporciona una escala del problema semi cuantitativa con las que se pueden observar las brechas de información para posteriormente afinar los resultados obtenidos.

Entre los sectores, organismos y empresas que colaboraron, se contó con el apoyo del Servicio de Administración Tributaria para la revisión de los pedimentos anuales, el apoyo de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) del sector energético.

3.3 Resultados finales por sector involucrado.

Producción histórica y reciente.

El pentaclorofenol ha sido producido, comercializado y usado como conservador de madera desde los años de 1930's. Este puede producirse por cloración de fenol a altas temperaturas en presencia de varios catalizadores o por hidrólisis alcalina del hexaclorobenceno (HCB) (Choudry et. Al., 1986; IEP, 2008).

El PCP se puede producir de manera no intencional en procesos de producción de otros compuestos organoclorados como el hexaclorobenceno (HCB), el quintozeno (PCNB) y el lindano (UNEP, 2013d).

Se debe considerar que la producción de PCP contiene contaminantes diversos, de los cuales las dioxinas y los furanos forman parte de ellos. Estos también representan un riesgo a la salud humana y al medio ambiente debido a sus propiedades físicas y su toxicidad, además de venir listados en el Anexo C del Convenio de Estocolmo, lo cual obliga a las partes a desarrollar y reportar las fuentes emisoras y cantidades estimadas liberadas, así como tomar acciones para minimizar y eliminarlas.

México es actual productor de esta sustancia, en una planta ubicada en Matamoros, a cargo de la compañía KMG Chemicals Inc., con sede en Tuscaloosa, Alabama, EUA. Esta empresa es la única registrada como productor de PCP para tratamiento de madera en todo el mundo, bajo su nombre comercial “Penta” (UNEP, 2014c).

Los datos que presenta KMG son de 7,257 ton., de PCP en concentrado líquido únicamente en 2009 (UNECE, 2010).

Datos de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), existen permisos de pentaclorofenol con uso registrado de

Fungicida/bactericida industrial para uso exclusivo de plantas formuladoras; y de quitozeno para uso exclusivo en plantas formuladoras de plaguicidas agrícolas, todos estos con vigencia indeterminada.

Industrias involucradas

El sector industrial sobre el tratamiento de madera es el principal involucrado al contar con una planta exclusiva para la producción de PCP.

Otro sector que se ha visto involucrado es el sector agrícola con el uso de bactericidas/fungicidas para el tratamiento de semillas y cultivos específicos. Los cuales obtienen los permisos de uso por parte de la COFEPRIS quienes determinan la vigencia de las autorizaciones.

Productos antiguos y recientes con contenido de PCP.

Se tienen registrados dos productos por la empresa KMG Chemical Inc., con su planta en Matamoros, México. Estos son:

- Dura-Treat 40 Wood Preserver (PCP al 33.4-35.4%).
- KMG-B Penta OL Penta Blocks (PCP al 86%).

Además de otros productos comerciales con diversos usos como se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Productos comerciales con PCP o NaPCP.

Nombre comercial	Ingrediente activo	Usos
Pentaclorofenol 5	Pentaclorofenol “Uso restringido”	Bactericida-fungicida urbano para tratamiento de madera
Pentadragon 50 pino	Pentaclorofenol “Uso restringido”	Tratamiento de madera, uso restringido
Fogol/ vs termita / penta fogol	Pentaclorofenol “Uso restringido”	Para uso exclusivo de aplicadores de plaguicidas en el control de hongos, termitas, polilla, escarabajos, abeja y hormigas en madera
Pentaclorofenol técnico	Pentaclorofenol “Uso restringido”	Fungicida/bactericida industrial como preservativo de madera en el control de termitas, hongos y escarabajos

Nombre comercial	Ingrediente activo	Usos
Pentaclorofenol concentrado 40%	Pentaclorofenol "Uso restringido"	Fungicida/bactericida industrial para uso exclusivo de plantas formuladoras
Penta-flakes	Pentaclorofenol "Uso restringido"	Fungicida/bactericida industrial como preservativo de madera en el control de termitas, hongos y escarabajos
Pentarin	Pentaclorofenol "Uso restringido"	Fungicida/bactericida para uso exclusivo industrial
Pentamadera	Pentaclorofenol "Uso restringido"	Fungicida-bactericida de uso exclusivo industrial para preservar la madera
Pentatox – s	Pentaclorofenato de sodio	Fungicida-bactericida de uso exclusivo industrial para preservar la madera
Protecto – 100	Pentaclorofenol "Uso restringido"	Fungicida de uso industrial para preservar la madera

Fuente: COFEPRIS, 2018.

Importaciones y exportaciones de productos y artículos.

Datos reportados por Sistema de Información Arancelaria Vía Internet (SIAMI), en el periodo de 2007-2017 se han exportado más de 68 mil toneladas de PCP, principalmente hacia EUA, lo cual representa un valor comercial de más de 78 millones de USD.

A continuación en la Tabla 3 se desglosan los datos para dicho periodo:

Tabla 3 Datos de exportaciones para el periodo 2007-2017

Año	Cantidad (kg)	Valor comercial (USD)	Destino
2007-2017	68,692,289.0	78,482,669.0	-
2007	3,670,689.0	3,313,070.0	EUA, COL, PER
2008	7,306,551.0	7,361,353.0	EUA, COL
2009	6,342,215.0	4,818,313.0	EUA
2010	6,195,680.0	5,944,900.0	EUA
2011	6,414,246.0	6,593,704.0	EUA
2012	6,591,553.0	8,106,305.0	EUA
2013	6,344,338.0	8,525,257.0	EUA
2014	6,657,241.0	8,262,831.0	EUA

2015	6,516,837.0	7,798,589.0	EUA
2016	6,262,137.0	8,819,912.0	EUA
2017	6,390,802.0	8,938,435.0	EUA

Fuente: elaboración propia con datos del SIAVI.

El año de mayor cantidad de producto exportado fue en 2008 con más de 7mil toneladas, no se puede apreciar claramente si el consumo de este producto va en crecimiento o decaimiento, sin embargo se puede observar que el promedio de consumo entre los años 2009 y 2017 ronda entre las 6 mil y 7 mil toneladas.

En el Gráfico 1 se puede observar el comportamiento de los movimientos aduanales:

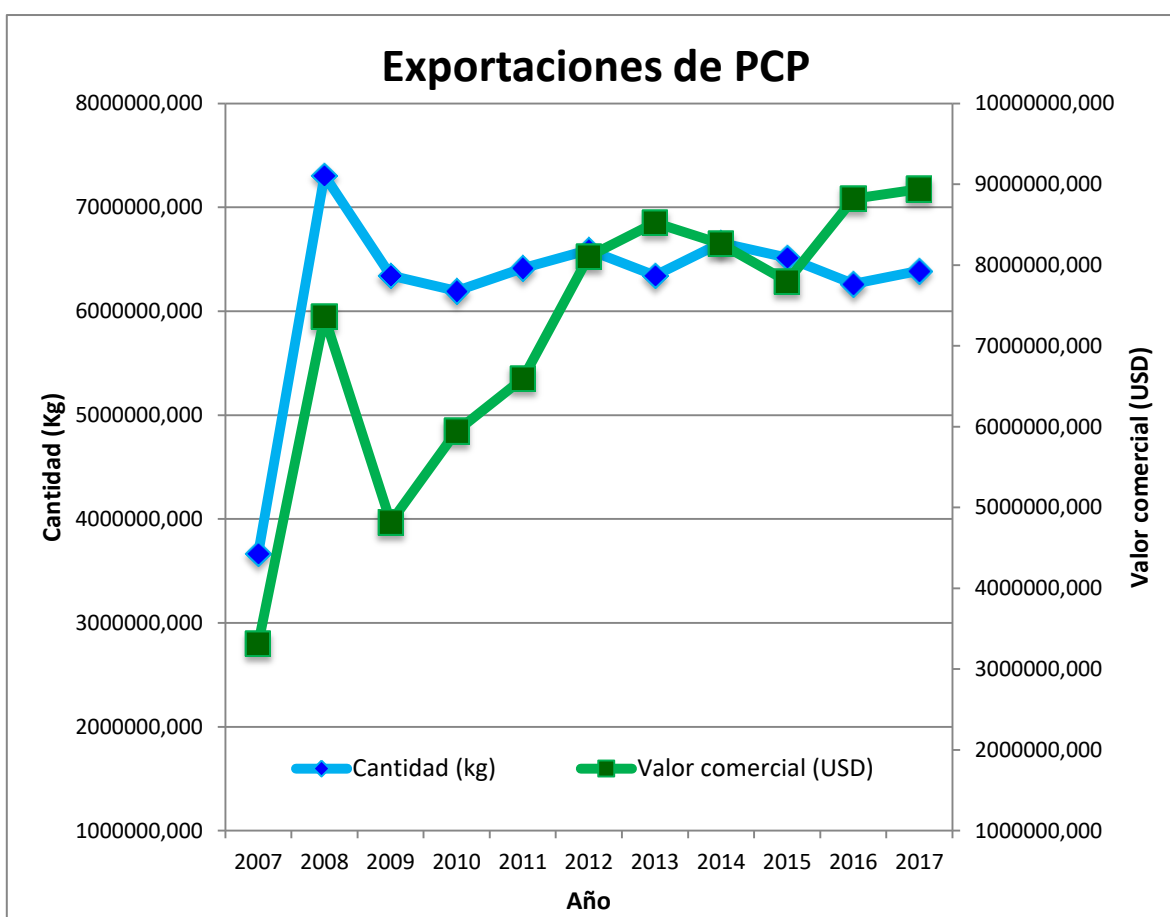


Gráfico 1. Exportaciones de PCP. Fuente: elaboración propia con información del SIAVI.

En cuanto a movimientos de importación, se han registrado 17 mil kilogramos provenientes de Alemania y EUA para los años de 2007 y 2013. Los demás años no se tienen registrados movimientos aduanales de importación.

En la Tabla 4 se desglosan los movimientos por año analizado:

Tabla 4 Datos de importaciones para el periodo 2007-2017.

Año	Cantidad (kg)	Valor comercial (USD)	Origen
2007-2017	17,138.0	37,146.0	-
2007	100.0	2,695.0	ALE
2008	-	-	-
2009	-	-	-
2010	-	-	-
2011	-	-	-
2012	-	-	-
2013	17,038.0	34,451.0	EUA
2014	-	-	-
2015	-	-	-
2016	-	-	-
2017	-	-	-

Fuente: elaboración propia con datos del SIAVI.

4 Usos actuales en México

De acuerdo a la guía para la preparación de inventarios de pentaclorofenol, sus sales y esterres e identificación de alternativas para la eliminación de estos químicos, se cuenta con un resumen de las fuentes claves de emisión para el PCP. En México, históricamente no se han registrado todos los usos conocidos a nivel mundial por lo que en la Tabla 5 se mencionará el diagnóstico breve dela situación nacional.

Tabla 5 Diagnóstico de producción y usos del PCP.

Producción intencional, comercio y uso.	Status (activo o inactivo)
Producción de PCP / tratamiento de PCP	Activo
Producción de NaPCP / tratamiento de NaPCP	Inactivo
Producción de PCP-L / tratamiento de PCP-L	Inactivo
Tratamiento de madera (para postes y crucetas)	Activo
Tratamiento de madera (tableros – NaPCP)	Inactivo
Uso en pinturas al temple	Inactivo
Uso en textiles pesados y telas (PCP-L)	Inactivo

Producción intencional, comercio y uso.	Status (activo o inactivo)
Uso en extracción de petróleo	Inactivo
Uso en biocidas superficiales para construcción	Inactivo
Uso en tratamiento de aguas para cultivos de azúcar y arroz	Inactivo
Uso como defoliante para protección de cultivos de algodón	Activo
Uso en tratamiento de cuero	Inactivo
Uso en tratamiento de papel	Inactivo
Uso como conservador de algunos tipos de pegamento	Inactivo
Uso como conservador en pinturas de aceite	Inactivo
Uso como intermediario en producción de fármacos	Inactivo
Uso como intermediario en algunos colorantes y tintes	Inactivo
Otras fuentes de emisión al ambiente	Tratamiento de semilla para diversos cultivos (ajo, chile, coliflor, frijol, papa, entre otras).
Fuentes potenciales	Mayor o menor
Liberaciones por producción de PCP / tratamiento de PCP sin control adecuado	Mayor
Liberaciones por producción de NaPCP / tratamientos de NaPCP sin control adecuado	Menor
Liberaciones por tratamiento de madera (tableros – NaPCP) sin control adecuado	Menor
Liberaciones por uso de madera	Menor
Liberaciones por disposición de madera a rellenos	Mayor
Liberaciones por combustión de madera tratada	Mayor
Liberaciones por fuego natural	Menor

Fuente: elaboración propia con información de las partes involucradas.

4.1 Tratamiento de postes y crucetas de madera.

Es la aplicación más utilizada desde el comienzo de su producción (UNEP, 2013d). Esto para proteger a la madera de ataques de organismos que puedan debilitar la estructura, manchar o decolorar la madera reduciendo así su valor comercial (OSPAR, 2004).

En algunos países como China, India, Indonesia, Nueva Zelanda, Rusia y la Unión Europea se ha restringido el uso del PCP, sin embargo en algunos otros únicamente

han puesto restricciones a la importación y comercialización de productos con PCP en una concentración mayor a 5mg/kg (OSPAR, 2004). En Canadá y Estados Unidos se usa como conservante de maderas y se tiene clasificado como producto de uso restringido.

México ha solicitado dos exenciones ante la conferencia de las partes, una para la producción de 6800 toneladas métricas por año de PCP, 99.8% exportado hacia los Estados Unidos de América y 0.2% para uso en territorio nacional; y otro para su uso en postes y crucetas, ambas sin fecha de vigencia (chm.pops.int, 2018). En el Anexo II. Exenciones específicas solicitadas por México. Se muestran los detalles de dichas exenciones solicitadas.

La COFEPRIS cuenta con 10 registros activos de productos para tratamiento de madera, dos con NaPCP y ocho con PCP, repartidos entre 7 empresas, todos con vigencia indeterminada. La categoría toxicológica de estos permisos varía entre el nivel II (extremadamente tóxico) y el nivel IV (moderadamente tóxico).

4.2 Uso en agricultura.

La COFEPRIS cuenta con un registro para el uso de lindano en aplicación al follaje en los cultivos ornamentales con vigencia indeterminada. También con dos registros para aplicación de quintozeno al suelo al momento de la siembra en cultivos algodoneros, de almacigo, cacahuate, chile, fresa, frijol, jitomate, papa, pastos, prados, tomate de cascara y viveros y siete permisos para uso de tratamiento de semilla para siembra en cultivos algodoneros, de ajo, avena, brócoli, cacahuate, cártamo, chile, col, col de Bruselas, frijol, maíz, ornamentales, prados, sorgo y trigo, de vigencia indeterminada.

La categoría toxicológica de los permisos antes mencionados varía entre el nivel III (Altamente tóxico) y IV (Moderadamente tóxico).

4.3 Producción de NaPCP.

El NaPCP es utilizado como pesticida y fue usado en el pasado como conservante de pinturas a base de aceite y en pegamentos, adhesivos y como intermediario para síntesis de fármacos y colorante, bandejas de madera para granjas de hongos, adelgazamiento de pulpa y papel y como químico para la agricultura (OSPAR, 2004).

Existen dos permisos otorgados por COFEPRIS para su uso en tratamiento de madera sin embargo no se tiene registro de su producción.

4.4 Otras aplicaciones y usos.

Otros usos que se le han destinado históricamente son para la producción de arroz y caña de azúcar, en tratamiento de aguas, como defoliante pre-cosecha en algodón y como herbicida general pre-emergencias (USEPA 2008a), además como adelgazante en producción de pulpa y papel y en la producción de laurato de pentaclorofenil (PCP-L) que se usa como conservador de textiles y telas particularmente usadas en la industria militar (OSPAR 2004).

5 Condiciones de manejo conforme al ciclo de vida.

El concepto de ciclo de vida permite evaluar el impacto de un producto desde la procedencia de la materia prima requerida, hasta la disposición final después de su uso.

El análisis de ciclo de vida es una herramienta analítica que captura de los impactos generales al ambiente, de un producto, proceso o actividad humana desde la adquisición de la materia prima, a través de la producción y uso hasta el manejo de residuos (Mary A. Curran, 2013).

Con esto definimos el ciclo de vida del pentaclorofenol en las siguientes etapas como se muestra en la Ilustración 1:



Ilustración 1 Ciclo de vida del pentaclorofenol. Fuente: elaboración propia.

5.1 Adquisición de materia prima.

En México, la producción de pentaclorofenol comienza con la adquisición de concentrado del producto proveniente de los Estados Unidos de América por la empresa KGM Chemicals Inc. Este con el fin de uso para conservación de madera en EUA, Canadá y México (UNECE, 2010).

5.2 Producción

El PCP puede producirse de manera intencional para productos y artículos comerciales y de manera no intencional como contaminante dentro de procesos industriales, manejo de residuos, quema doméstica de leña y procesos naturales como incendios forestales.

De manera no intencional el PCP se genera como producto de transformación de otros compuestos organoclorados como el hexaclorobenceno (HCB), el quintozeno (PCNB) y el lindano (UNEP, 2013d); también se sabe que se puede producir por combustión doméstica de madera para calefacción y cocina o incendios forestales (OSPAR, 2004).

Se sugiere que el PCP puede formarse durante el tratamiento de aguas residuales cuando el agua pasa por un proceso de cloración para desinfección, esto debido a la reacción entre el cloro y los fenoles presentes como contaminantes (Wild et al., 1992); También puede producirse en plantas de cloración como la en la industria del papel, o en suelos destinados para la agricultura al aplicar lodos de las aguas residuales. (Wild et al., 1992).

La producción de manera intencional se da por un proceso de cloración de fenol a altas temperaturas en presencia de varios catalizadores o por hidrólisis alcalina de hexaclorobenceno (HCB) (Choudry, et. Al., 1986; IEP, 2008).

Es un producto combustible líquido; tóxico al ingerirse, en contacto con la piel y si es inhalado; causa irritación en la piel y ojos; se sospecha que puede provocar cáncer; causa daños a diversos órganos si la exposición es repetida y prolongada (véase Anexo VI. Control de exposición / protección personal.); no se debe fumar ni respirar los vapores o humos generados (MSDS KMG, 2015). En el Anexo III. Medidas de primeros auxilios. Se muestran detalladamente las medidas de primeros auxilios.

Al igual que en cada etapa del ciclo de vida, en caso de derrames, se debe recolectar el líquido vertido. En caso de incendios use niebla de agua, espumas, polvo químico seco y dióxido de carbono para su extinción (MSDS KMG, 2015). Véase Anexo IV. Medidas para combate contra incendios.

Se pueden presentar liberaciones accidentales en la planta de producción y en las diversas etapas del ciclo de vida (Véase Anexo V. Medidas para liberaciones accidentales).

5.3 Distribución.

El PCP es estable y no es reactivo bajo condiciones normales de uso, almacenamiento y transporte, tiene estabilidad química bajo condiciones normales de temperatura y no polimeriza (MSDS KMG, 2015). Sin embargo se deben tener las siguientes consideraciones específicas descritas en los apartados a continuación.

ALMACENAMIENTO

El almacenamiento debe realizarse en lugares con buena ventilación, y lejos de materiales incompatibles (Véase Anexo I incompatibilidad de sustancias químicas con PCP.) usar contenedores bien cerrados y mantenerse fresco y bajo llave. se debe mantener alejado de fuentes de calor, chispa, flamas abiertas y superficies calientes, no se debe comer, beber o fumar dentro de las instalaciones, se debe lavar exhaustivamente después de su manipulación y utilizar guantes protectores, ropa protectora, lentes de seguridad y protección facial (MSDS KMG, 2015).

El personal durante el periodo de embarazo debe evitar el contacto con el pentaclorofenol. Se recomienda instalación de escape local. Se debe evitar cualquier exposición, vestir el equipo de protección adecuado y atender las buenas prácticas de higiene industrial (MSDS KMG, 2015).

TRANSPORTE

Todo transporte que contenga alguna sustancia química, material, producto o residuo debe cumplir con la identificación clara y permisos requeridos por las autoridades locales para proporcionar información vital sobre los materiales peligrosos y las mercancías peligrosas para iniciar acciones de protección (GRE, 2016). Entre la información proporcionada se debe contar con:

- Contacto de teléfono de emergencia;
- Número de identificación (número de Naciones Unidas “UN”);
- Nombre del embarque;

- Clase de riesgo o número de división (Véase Anexo IX. Sistema de clasificación de riesgo.);
- Grupo de embalaje;
- Cantidad de material transportado y
- Número y tipo de envases.

La guía de respuesta en caso de emergencia en su última versión (2016) asigna al pentaclorofenol con un número de identificación “3155” el cual es el equivalente al UN number (número de Naciones Unidas), clasificación de riesgo 6.1 “sustancias tóxicas” y un número de guía 154 (Véase Anexo X. Guía No. 154 sobre sustancias tóxicas y/o corrosivas (no combustibles).), y al pentaclorofenato de sodio con el número de identificación 2567 y número de guía 154.

El transporte de residuos peligrosos debe cumplir con lo siguiente, conforme al artículo 85 del Reglamento de la Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos:

- Verificar el correcto etiquetado e identificación de los residuos peligrosos, así como su envasado y embalado;
- Contar con un plan de contingencias y el equipo necesario para atender cualquier emergencia ocasionada por fugas, derrames o accidentes;
- Contar con personal capacitado para la recolección y transporte de residuos peligrosos;
- Solicitar al generador, el original del manifiesto correspondiente al volumen de residuos peligrosos que vayan a transportarse, firmarlo y guardar las dos copias correspondientes y
- Observar las características de compatibilidad para el transporte de los residuos peligrosos.

5.4 Consumo de productos y materiales.

El uso de productos y materiales con PCP debe realizarse en áreas al aire libre o bien ventiladas, evitando liberaciones al ambiente y se debe usar protección para las manos, cuerpo, ojos y cara (MSDS KMG, 2015).

Los productos son considerados tóxicos y su nivel de toxicidad varía según el tiempo de exposición y la dosis a la que se exponen (Véase Anexo VII. Información

toxicológica.). Las medidas de primeros auxilios al igual que en las otras etapas del ciclo de vida, se muestran en el anexo III del trabajo presente.

El PCP es muy tóxico para los organismos acuáticos causando diversos efectos adversos al ambiente, por lo cual se debe cuidar también el daño ecológico que pueda presentar el uso de estos productos (Véase

La COFEPRIS tiene activos 24 registros de productos relacionados con el PCP, en la Tabla 6 se muestra el detalle por ingrediente activo:

Tabla 6 Registro sanitario de plaguicidas y nutrientes vegetales

Ingrediente activo	Registros	Usos	Observaciones
Pentaclorofenol	9	Plaguicida/Fungicida/Bactericida/Producción	Pertenecientes a 6 empresas
Quintozeno	12	Tratamiento de semillas para siembra/Usos en plantas formuladoras de plaguicidas	Pertenecientes a 6 empresas
Lindano	4	Tratamiento de semillas para siembra/Usos en plantas formuladoras de plaguicidas/Aplicación al follaje en cultivos ornamentales.	Pertenecientes a 2 empresas. 3 registros cancelados, 1 activo (aplicación al follaje en cultivos ornamentales).
Pentaclorofenato de sodio	2	Fungicida/Bactericida	Pertenecientes a 2 empresas

Fuente: Elaboración propia con información de COFEPRIS (Julio, 2018).

5.5 Reciclaje.

Se debe evitar el reciclaje de productos con PCP agregado debido a que esto reincorporaría al ciclo de vida de la sustancia (INECC, 2017).

Los envases que hayan estado en contacto con materiales o residuos peligrosos podrán ser reutilizados según el artículo 87 del Reglamento de la LGPGIR, únicamente para contener el mismo tipo de materiales o residuos peligrosos u otros compatibles con los envasados originalmente, siempre y cuando dichos envases no permitan la liberación del contenido en su interior.

5.6 Disposición final.

El PCP puede liberarse al ambiente por procesos de combustión diversos como la incineración de residuos municipales, químicos y médicos, así como combustión de carbón, aceites, petróleo y gas (Wild et al., 1992), lo que genera gases como dioxinas y furanos. Es por eso que no se recomienda el uso de estos procesos, sin embargo, en algunos países se permite el proceso de incineración cuando las concentraciones son menores a 50 mg/kg de PCP.

En México, la NOM-052-SEMARNAT-2005 que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos, menciona al pentaclorofenol y su límite máximo permisible en 100 mg/l.

La norma cuenta con 5 listados para clasificar los residuos peligrosos, en los cuales se menciona al pentaclorofenol (Véase Tabla 7):

Tabla 7 Clasificación del PCP respecto a la NOM-052-SEMARNAT-2005

Residuo	CPR	Clave
Listado 2. Clasificación de residuos peligrosos por fuente no específica		
residuos generados en la producción de tri, tetra o pentaclorofenol	Th (toxicidad aguda)	NE 12
Listado 3. clasificación de residuos peligrosos resultado del desecho de productos químicos fuera de especificaciones o caducos (tóxicos agudos)		
Pentaclorofenol	Th	H1004
Anexo 1. base para listar residuos peligrosos por fuente específica y fuente no específica en función de sus toxicidades ambiental, aguda o crónica		
Pentaclorofenol, fenol, 2-clorofenol, p-cloro-m-cresol, 2,4-dimetilfenil, 2,4-dinitrofenol, triclorofenoles, tetraclorofenoles, 2,4-dinitrofenol, creosota, criseno, naftaleno, fluoranteno, benzo(b)fluoranteno, benzo(a)pireno, indeno(1,2,3-cd)pireno, benzo(a)antraceno, dibenz(a)antraceno, acenaftaleno	-	E7/01
Pentaclorodibenzo-p-dioxinas, hexaclorodibenzo-p-dioxinas, pentaclorodibenzofuranos, hexaclorodibenzofuranos, pentaclorofenol y sus derivados	-	NE 12
Benzo(a)antraceno, benzo(a)pireno, dibenz(a,h)antraceno, indeno(1,2,3-cd)pireno, pentaclorofenol, arsénico, cromo, tetraclorodibenzo-p-dioxinas, pentaclorodibenzo-p-dioxinas, hexaclorodibenzo-p-dioxinas, heptaclorodibenzo-p-dioxinas, tetraclorodibenzofuranos, pentaclorodibenzofuranos, hexaclorodibenzofuranos, heptaclorodibenzofuranos	-	NE 17

Fuente: elaboración propia con datos de la NOM-052

Las hojas de seguridad de los productos con PCP indican que los contenedores se deben disponer de acuerdo con la legislación local, regional, nacional e internacional vigente.

Las condiciones básicas para áreas de almacenamiento de residuos que dicta el Reglamento de la LGPGIR son las siguientes:

- Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;
- Estar ubicadas en zonas de menor riesgo;
- Contar con dispositivos para contener posibles derrames;
- Contar con pendientes en los pisos y, en su caso con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño;
- Contar con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos en caso de emergencia;
- Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias;
- Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, en lugares y formas visibles;
- El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo emergencias, y
- La altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical.

En caso de que el almacenamiento sea en áreas cerradas, adicionalmente se deben considerar los siguientes puntos:

- No deben existir aberturas en el piso que puedan permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida;
- Las paredes deben estar constituidas de materiales no inflamables;
- Se debe contar con ventilación natural o forzada. En el caso de que la ventilación sea forzada, se debe tener una capacidad de recepción de por lo menos seis cambios de aire por hora;
- El área debe estar cubierta y protegida de la intemperie y, en su caso, contar con ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos y con iluminación a prueba de explosión y
- No rebasar la capacidad instalada del almacén.

Si las condiciones para el almacenamiento son áreas abiertas se debe considerar los siguientes puntos:

- Se debe localizar el almacén a una altura como mínimo resultado de aplicar un factor de seguridad de 1.5 al nivel de agua alcanzado para la mayor tormenta registrada en la zona.
- Los pisos deben ser lisos, resistentes a los residuos peligrosos y de material impermeable en la zona de almacén, y de material antiderrapante en los pasillos.
- En caso de áreas abiertas no techadas, no deben almacenarse residuos peligrosos a granel, cuando produzcan lixiviados y
- En áreas no techadas, se deben de cubrir con algún material impermeable para evitar su dispersión por viento.

Los residuos peligrosos una vez captados y envasados deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a 6 meses.

En caso de que la disposición final se realice por confinamiento, el artículo 92 del Reglamento de la LGPGIR pide observar los siguientes criterios para la selección, diseño, construcción y operación del sitio:

- Características geológicas, geofísicas, hidrológicas e hidrogeológicas;
- Tipo, cantidad y características de los residuos a confinar;
- Lixiviación que produzcan los residuos peligrosos a confinar;
- Potencial de migración de los contaminantes en el suelo, y
- Impacto y vulnerabilidad asociados a la actividad.

En el artículo 94, la secretaría determinará, en la autorización correspondiente, las distancias mínimas aceptables de las instalaciones o celdas de disposición final de residuos peligrosos a los cuerpos de agua, o bien respecto de diversas instalaciones u obras de infraestructura industrial, comercial o de servicios existentes.

Para el diseño de un confinamiento controlado se considerarán los siguientes aspectos mencionados en el artículo 96 del reglamento antes mencionado:

- Pueden ser superficiales o estar por debajo del nivel natural del suelo;

- Tener franjas de amortiguamiento de al menos quince metros perimetrales;
- Muros de contención, en caso de ser necesarios;
- Drenaje perimetral para las aguas pluviales, calculado para un periodo de retorno de cien años o mayores;
- Sistema de monitoreo comparativo de la calidad del agua subterránea bajo el confinamiento;
- Sistema de protección inferior que garantice la integridad del suelo, subsuelo y cuerpos de agua;
- Cobertura superficial que garantice que los residuos permanecerán aislados del medio ambiente y secos, y
- Sistema de drenaje de la cobertura superficial que garantice el desalojo de la precipitación máxima posible eficientemente.

6 Desarrollar un estudio de caso sobre la implementación de alternativas.

La sustitución de postes de madera tratados con PCP tiene una vida útil más larga que los postes tratados con otros conservantes, sin embargo se considera la opción de reemplazarse con postes de acero y hormigón, los cuales necesitarían reemplazos con menor frecuencia.

En el caso de las plantas de tratamiento de madera la USEPA en 2008 estimó costos de mitigación de riesgos entre 955,000 dólares y 1, 485,000 dólares dependiendo del tamaño de la planta.

6.1 Alternativas químicas.

Arseniato de cobre cromatado (CCA).

Es un producto ampliamente usado en América del Norte y se reconoce como el principal conservante para el tratamiento de madera en los Estados Unidos de América.

Comparado con el PCP, el CCA produce en la madera un acabado limpio, seco, inodoro y fácil de pintar. Su fijación en el suelo es alta y su uso puede secar la madera considerablemente, causando problemas como agrietamientos o deformaciones.

Este material es corrosivo en algunos metales y la penetración en la madera con poros cerrados es limitada.

Su proceso de producción debe controlarse adecuadamente debido a la presencia de dos sustancias carcinógenas, el arsénico y el cromo hexavalente (Cr VI).

Creosota.

Los productos a base de creosota, son productos oleosos resistentes al agua que proporcionan suavidad a la madera. Este material contiene en su composición sustancias tóxicas como hidrocarburos poli cíclicos aromáticos (HAP), fenol y cresoles.

A pesar de sus efectos negativos para la salud humana y medio ambiente, son productos muy utilizados debido a su alta eficacia en la protección de madera.

Naftenato de cobre.

Está compuesto por una mezcla de sales de cobre y ácido nafténico. Es utilizado como conservante de madera a base de aceite.

Los criterios de bioconcentración estimados están por debajo de los valores criterio del Convenio de Estocolmo por lo cual se presenta como una alternativa técnica viable.

Su uso se ha aprobado para uso doméstico e industrial en los EUA y aunque no abarca gran parte del mercado de productos para tratamiento de madera, se espera un aumento en su demanda (USEPA, 2008b).

Arseniato de cobre y zinc amoniaco (ACZA).

Este producto se utiliza en tratamientos a presión donde el amoniaco ayuda como fijador de los compuestos metálicos a la superficie de la madera lo cual la protege de la corrosión.

Algunas desventajas que presenta son su olor amoniaco y la presencia de arsénico y de óxido de cobre por lo cual es considerado un producto tóxico solamente aprobado para uso industrial.

Otras alternativas

- El cobre amonio cuaternario (ACQ) es un conservante de madera acuoso, similar al CCA. Contiene compuestos activos de cobre y de amonio cuaternario con etanolamina como disolvente.

Es agresivo hacia los metales debido a su corrosividad, por lo cual requiere el uso de accesorios de acero inoxidable y sus lixiviados con cobre representan una preocupación para el medio ambiente.

- El cobre azol se presenta como una alternativa fabricados a partir de complejos de cobre-aminas. Su corrosividad hacia los metales es alta y su toxicidad en sistemas acuáticos es moderada. Se degrada fácilmente por lo que no presenta alta bioacumulación aunque presenta algunos daños a la salud humana.
- Los boratos de sodio se utilizan como conservantes acuosos, dejando la madera limpia, seca e inodora. Su toxicidad y la rápida lixiviación representan una alternativa poco viable.
- Se ha presentado el uso de polímeros de siliconas ya que crean una barrera física para evitar ataques de hongos.

6.2 Alternativas no químicas

Acero.

Los postes de acero presentan ventajas de tener especificaciones estandarizadas, un bajo costo de mantenimiento, bajo peso e inmunidad a hongos y plagas, también se debe considerar la posibilidad de reciclar el material de una manera segura.

Algunas desventajas que presenta son su fragilidad, el requerimiento de mayor aislamiento contra electrocuciones y la cantidad de recursos naturales utilizados para su fabricación. La corrosión puede considerarse como desventaja, sin embargo con el uso de acero galvanizado puede superarse.

Concreto.

El uso de concreto presenta ventajas como el costo de mantenimiento, la inmunidad a hongos y plagas y a la gran durabilidad, ya que es menos probable que se deformen y no requieren tratamientos con sustancias químicas tóxicas.

El costo inicial de inversión que incluye costos de flete y de instalación, su mayor peso y el requerimiento de mayor aislamiento para evitar electrocuciones, se presentan como desventajas. Además de que su fabricación demanda mayor cantidad de recursos naturales y emite mayor cantidad de contaminantes.

Fibra de vidrio.

La fibra de vidrio cuenta con medidas estandarizadas e inmunidad a plagas y hongos, un peso ligero y menor requerimiento de aislamiento adicional. Su costo de reciclaje es moderado.

Este material es menos económico y requiere mayor mantenimiento; se debe cuidar su deformación al momento de la instalación para evitar deformaciones. La radiación UV puede debilitar su estructura y se debe verificar la cantidad de recursos naturales utilizados para su producción.

Madera tratada con calor.

Este tratamiento se da a la madera cerca de los 200°C con condiciones bajas de oxígeno para así, dar mayor resistencia. Sus usos están restringidos a usos no estructurales como escritorios, pisos, revestimientos exteriores, muebles de jardines y patios, ventanas y marcos de puerta. Por lo tanto no es una alternativa viable para los usos actuales del PCP. Una comparación de los costos de producción varía entre los 65-160 €/m² (Wang, sin fecha).

Alternativas de madera dura.

Esta alternativa puede brindar un servicio de vida superior a los 25 años sin necesidad de tratamientos químicos (Becker et al, 2008). El principal problema de su uso puede ser la disponibilidad en almacenes. Esta madera tiene una gran fuerza mecánica mayor a las maderas suaves tratadas con químicos, sin embargo el costo inicial es mayor. Su eficacia puede variar dependiendo de las condiciones climáticas, aplicaciones y disponibilidad. Esto se compensa con la reducción del uso de químicos y emisiones al ambiente comparado con el PCP.

7 Análisis de resultados

Cuestionario

Se realizó una encuesta a las empresas impregnadoras de madera que utilizan el PCP en sus productos, con el fin de conocer información relacionada al uso y emisiones potenciales del PCP.

El total de empresas encuestadas fue de cuatro, las cuales atendiendo el oficio RJJ.200.DICSRB/046/2018, tres reportaron uso de PCP y una reportó que ya no utilizaba productos con PCP. La ubicación de estas empresas principalmente se

encuentra en los estados de Chihuahua y Durango, en áreas rurales, con un número de trabajadores de entre 10 y 50 (promedio de 25 trabajadores).

¿Usa PCP para actividades de tratamiento de madera?

El 75% de los encuestados utiliza el PCP para actividades de tratamiento de madera, principalmente postes, crucetas, juego de cambio y durmientes.

¿Cuánta madera es tratada con PCP por año en toneladas?

La madera tratada con PCP en promedio es de 960 toneladas por año.

¿Cuál es la concentración de PCP con la que se trabaja en el tratamiento de madera en sus instalaciones?

La concentración promedio del PCP utilizado es de 6.4 kg/m³

¿Cuántos residuos contaminados con PCP se producen por año en las instalaciones?

Todas las empresas encuestadas reportan que no generan residuos ya que únicamente impregnan los productos con el PCP, es por esto que no cuentan con un Plan de Manejo de Residuos Peligrosos registrado ante la DGGIMAR.

¿Cómo se manejan los residuos?

A pesar de que no se reporta producción de residuos, se menciona el reciclado de producto como actividad de disposición final.

¿En las instalaciones se utilizan otros plaguicidas para tratamiento de madera como el PCP? ¿Cuáles?

Dentro de estas empresas, el 25% reporta que se utilizan otros plaguicidas alternativos para el tratamiento de madera.

¿Las instalaciones cuentan con un monitoreo de emisiones de PCP?

Ninguna empresa cuenta con monitoreo de emisiones de PCP en sus instalaciones, por lo que no se cuentan con datos de emisiones al aire y liberaciones al agua y en residuos.

¿Utiliza PCP para otros usos diferentes al tratamiento de madera?

Ninguna empresa reporta usos del PCP diferentes al tratamiento de madera, lo cual cumple con las disposiciones del Convenio de Estocolmo, donde el único permiso permitido es para la impregnación de madera en postes y crucetas.

¿Tiene datos de tasas de reemplazo para postes usada en redes de infraestructura?

No se cuentan con datos de tasas de reemplazo para postes.

Cantidad de postes tratados / crucetas al año (aproximado)

Se estima que la cantidad de postes y crucetas tratadas con PCP en total es de 2,514 postes y 7715 crucetas por año.

¿Utiliza otro tipo de producto para el tratamiento de madera a parte del PCP?

Como se mencionaba anteriormente, las únicas alternativas al PCP utilizadas son la Creosota y las sales de CCA.

¿Cuánta madera es tratada con este producto por año en toneladas?

Para los plaguicidas alternativos se reporta el uso de 3,800 toneladas de madera tratada por año

¿Cuál es la concentración de este producto?

La concentración de los productos alternativos al PCP utilizados, son de 128 kg/m³ para el caso de la creosota y 6.4 kg/m³ en el caso de las sales de CCA.

¿Qué porcentaje de madera trata con PCP y con los productos alternativos?

En general se estima que del total de madera tratada, el 20% utiliza PCP, el 75% utiliza creosota y solo el 5% impregna madera con CCA.

¿Qué ventajas te representa el uso de PCP ante otros productos?

Las empresas impregnadoras no reportan ventajas en el uso de algún producto, su uso es en función de la solicitud expresa de los clientes.

¿Qué ventajas le representa el uso de otros productos ante el PCP?

Aunado a la respuesta anterior, las empresas impregnadoras no visualizan ventajas de utilizar productos diferentes al PCP, únicamente cumplen con los requisitos del cliente.

Para el uso del producto alternativo, ¿Requirió cambio de maquinaria o equipo?, ¿Qué porcentaje de costos le representa el cambio de maquinaria o equipo?

El uso de estos productos alternativos, requieren un cambio de equipo como tanques y autoclaves para su manejo. Estos representan aproximadamente el 70% de los costos.

¿El personal que utiliza los productos fue capacitado?, ¿Qué porcentaje en costos le representa la capacitación del personal ante el uso de nuevos productos?

El personal que maneja los productos cuenta con la capacitación ante el uso de estos, que representa aproximadamente el 10% de los costos totales.

¿Qué otros gastos adquiere al cambiar de tecnología y /o producto?

No se reportan gastos adicionales al cambio de maquinaria, equipo y capacitación del personal.

¿Tiene clientes que únicamente permitan el tratamiento de postes con PCP?

Los clientes que únicamente permiten el uso de PCP para la impregnación de madera se estiman en 30, se cuenta un caso en el cuál el cliente se ha perdido debido a que la empresa dejó de utilizar el PCP en sus servicios.

¿Tiene clientes que han preguntado por alternativas distintas al uso de PCP?

Hasta el momento ningún cliente que utiliza el PCP, ha preguntado por alternativas disponibles para dejar en desuso este material.

¿Tiene clientes que no admitan el uso de PCP?

Únicamente 3 clientes no admiten el uso de PCP, optando por las alternativas de Creosota y sales de CCA

Información cuantitativa.

La Comisión Federal de Electricidad es la principal consumidora de pentaclorofenol y creosota para su uso en postes y crucetas.

Cada requerimiento de estos objetos se solicitan en licitaciones públicas. En ellas se especifican las características técnicas y económicas de los proyectos.

Las especificaciones de la creosota y el pentaclorofenol para su aplicación postes de madera se describen en el documento CFE J6200-01 donde se desglosan las características de los postes, su marcado y forma de tratamiento.

Para el tratamiento con creosota al 100%, se debe cumplir con las características físicas y químicas indicadas, así como lo indicado en la Tabla 8

Tabla 8. Características de la creosota.

Características de la creosota	Valores para material nuevo	
	Mínimo	Máximo
Agua (en por ciento en volumen)	-	1.5
Material insoluble en Xileno (por ciento en masa)	-	3.5
Residuos de coque (por ciento en masa)	-	9.0
Gravedad específica a 38°C comparada con agua a 15.5°C		
Toda la creosota	1 080	1 130
Fracción 235-315 °C	1 025	-
Fracción 315 – 355°C	1 085	-
Destilación: El destilado en por ciento en masa:		
Arriba de 210°C	-	5.0
Arriba de 235°C	-	25.0
Arriba de 315°C	32.0	-
Arriba de 355°C	52.0	-
Retención en kg/m ³	120	

Fuente: CFE J6200-01, 2018.

Para el tratamiento con pentaclorofenol, la solución al 5% debe cumplir con las características físicas y químicas indicadas en la Tabla 9 y un solvente tipo A.

Tabla 9. Características del pentaclorofenol y la solución impregnante.

Características del pentaclorofenol	Valores para material nuevo	
	Mínimo	Máximo
Fenoles clorados	95%	-
Material insoluble en NaOH (por ciento en masa)	-	1
Punto de congelación	174	-

Características de la solución impregnante tipo A y C	Valores	
	Mínimo	Máximo
Gravedad específica a 15.5°C	-	0.820
Agua y sedimento (en por ciento)	-	0.5
Temperatura de inflamación °C	66	-
Retención en kg/m ³	6.0	-
Volumen total de las fracciones que destilan debajo de 254°C (en por ciento)	50	-

Viscosidad segundos saybolt universal 37.8°C	37.5	-
Color	-	1
Solvencia para el pentaclorofenol (en por ciento)	10	-
Pentaclorofenol en la mezcla (en porciento)	5.0	-

Fuente: CFE J6200-01, 2018.

Se revisaron todas las licitaciones del 01 de enero de 2012 hasta el 01 de noviembre de 2018, buscando concursos que implicaran la instalación o retiro de postes y los resultados fueron los siguientes:

Después de la investigación de información en fuentes oficiales, se cuenta con los siguientes datos:

Tabla 10 Resumen de información CFE-Postes, crucetas y Protectores.

Año	Postes		Crucetas		Protectores de postes		Retiro de postes
	Creosota	PCP	Creosota	PCP	Creosota	PCP	Desconocido
2017	656	0	1600	600	0	0	153
2018	20	1452	2248	36	0	517	879
TOTAL	676	1452	2884	636	0	517	1032

Fuente: Elaboración propia con datos de <https://msc.cfe.mx/Aplicaciones/NCFE/Concursos>

En el periodo de 2012-2016 no se localizaron concursos de licitaciones para postes o crucetas. En 2017 se identificaron 6 concursos adjudicados a 4 empresas diferentes.

La cuantificación total fue de 656 postes impregnados con creosota, 1,600 crucetas impregnadas con creosota y 600 postes impregnados con PCP. También se localizó el retiro de 153 postes de los cuales no se pudo identificar si eran de madera y por lo tanto se desconoce si se impregnaron con PCP, creosota o algún otro material y cuál fue su disposición final.

Los costos adjudicados de los proyectos se valoraron en 6.8 millones de pesos mexicanos.

Para el año de 2018 se registraron 14 concursos adjudicados que representan 1,452 postes tratados con PCP, 676 postes impregnados con creosota, 517 protectores de postes impregnados con PCP, 636 crucetas con PCP, 2,248 crucetas con creosota y

el retiro de 362 postes de la vía pública.. los costos se calculan en más de 19.9 millones de pesos mexicanos.

El resumen de los resultados se muestra en la Tabla 11

Tabla 11. Licitaciones adjudicadas con uso de PCP y creosota.

Año de licitación	Entidad Federativa	Material tratado	Cantidad	PCP/Creosota	Valor Comercial
2017	México	Retiro Postes	93	Desconocido	\$ 497,714.34
2017	México	Retiro Postes	15	Desconocido	\$ 114,764.30
2017	México	Retiro Postes	45	Desconocido	\$ 338,794.67
2017	Oaxaca	Postes	56	Creosota	\$ 1,863,716.22
2017	Ciudad de México	Crucetas	200	PCP	\$ 93,214.00
2017	Ciudad de México	Postes	600	Creosota	\$ 3,897,840.00
		Crucetas	1600	Creosota	
		Crucetas	400	PCP	
2018	Baja California	Postes	1056	PCP	\$ 6,137,394.00
		Protectores	517	PCP	
2018	Baja California	Postes	396	PCP	\$ 1,085,978.30
2018	Baja California	Crucetas	36	PCP	\$551,849.17
2018	Guanajuato	Retiro Postes	165	Desconocido	\$ 3,949,326.58
2018	Morelos	Postes	2	Creosota	\$ 162,977.54
2018	Morelos	Retiro Postes	114	Desconocido	\$ 174,738.39
2018	Puebla	Retiro Postes	45	Desconocido	\$ 887,800.45
2018	México	Retiro Postes	2	Desconocido	\$ 499,479.19
2018	México	Retiro Postes	1	Desconocido	\$ 424,854.71
2018	México	Retiro Postes	9	Desconocido	\$ 707,949.46
2018	Veracruz	Crucetas	448	Creosota	\$ 242,770.25
2018	Veracruz	Postes	18	Creosota	\$ 3,082,590.00
2018	Veracruz	Retiro Postes	26	Desconocido	\$ 1,939,000.00
2018	Ciudad de México	Crucetas	200	Creosota	\$ 102,400.00

Fuente: Elaboración propia con datos de <https://msc.cfe.mx/Aplicaciones/NCFE/Concursos>

Cabe resaltar que se contabiliza el número de postes retirados ya que no se especifica el material del cual estaban hechos y se desconoce el destino final de estos objetos una vez retirados de la vía pública, lo cual puede representar una generación residuos peligrosos.

8 Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos, las alternativas de PCP están disponibles en México y sus costos son bastante competitivos en caso de creosota y CCA. De acuerdo con el proyecto piloto y el caso de estudio, una eliminación inmediata del uso de PCP puede tener lugar en México.

Es necesario construir información completa sobre el destino final de los desechos y pasar a otras alternativas más seguras.

Se debe establecer una regulación para el fin de la vida útil de los postes, las piezas cruzadas y los protectores de los postes para garantizar que se encuentren niveles seguros de PCP en este material.

9 Bibliografía.

Choudry et al., 1986: Choudry et al., Pentachlorophenol: healt and environmental effects profile. Toxicology and Industrial Healt, Vol 2., 1986.

Curran Mary A., Life Cycle Assessment: a review of the methodology and its application to sustainability, Current Option in Chemical Engineering Vol.2 Issue 3., August, 2013. Pp 273-277.

Environment Canada, 2013: Environment Canada. Recommendations for the design and operation of Wood preservation facilities: Technical recommendations document Published by Environment Canada in collaboration with the Pest Management Regulatory Agency of Health Canada and Wood Preservation Canada.

GRE, 2016: Secretaria de Comunicaciones y Transporte, Guia de respuesta en caso de emergencia. México, 2016.

IEP, 2008: Institute of Environmental Protection, Dossier prepared in support of a proposal of pentachlorophenol to be considered as a candidate for inclusión in the Annex I to the Protocol to the 1979 Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution on Persistent Organic Pollutants (LRTAP Protocolo on POPs). Warsaw, May 2008.

INECC, 2017. Diagnóstico nacional del uso de nuevos Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) en México. Coordinación General de Contaminación y Salud Ambiental., México, Septiembre 2017.

Material Safety Data Sheet, Dura-Treat 40 Wood Preserver., KMG Chemicals Inc., Version 01, May, 2015.

Material Safety Data Sheet, KMG-B Penta OL Penta Blocks., KMG Chemicals Inc., Version 01, Feb, 2015.

NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos [En línea]. México: Diario Oficial de la Federación, 2006. Disponible en: <http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4912592&fecha=23/06/2006> , Consultado en: Julio,2018.

NOM-054-SEMARNAT-1993. Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-ECOL-1993 [Archivo PDF]. México: Diario Oficial de la Federación, 1993.

OSPAR, 2004: Hazardous substances series – Pentachlorophenol.

Reglamento de la Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos [archivo PDF]. México: Diario Oficial de la Federación, 2006.

Servicio de Administración Tributaria, Coordinación General de Contaminación y Salud Ambiental. 2016, Agosto. Información de operaciones de importación y exportación de los capítulos 26,27,28,29,30,32,33,34,36,37,38,48,72,85,90,93 y 95 del periodo de 2010 a 2015 para el Diagnóstico Nacional del uso de los Nuevos Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) en México. (doc.) Oficio RJJ.200.313, Ciudad de México

UNECE 2010: UNECE. “explotation of management options for PCP”. Paper for the 8th meeting of the UNECE CLRTAP task forcé on Persistent ORganic Pollutants, 18-20th May, 2010.

UNEP, 2009 Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP), Ginebra, Suiza, 2009. pp: 5-12.

UNEP, 2013d: UNEP/POPS/POPRC.9/13/Add.3 Report of the Persitent Organic Pollutants Review Committee on the work of its ninth meeting, Addendum: Risk profile on pentachlorophenol and its salts and esters.

UNEP, 2014c: UNEP/POPS/POPRC.10/10/Add.1 Report of the Persistent Organic Pollutants Review Committee on the work of its tenth meeting: risk management evaluation on pentachlorophenol and its salts and esters.

UNEP, 2015: SC-7/13 Listing of pentachlorophenol and its salts and esters, Geneva, Switzerland, May, 2015.

UNEP, 2018: Register of Specific Exemptions: Pentachlorophenol. Disponible en: <http://chm.pops.int/Implementation/Exemptions/SpecificExemptions/PCPRoSE/tabid/5481/Default.aspx>. Fecha de consulta: Julio, 2018.

USEPA, 2008^a: Unites States Environmental Protection Agency, Pentachlorophenol environmental fate and transport assessment. Office of Prevention, Pesticides, and Toxic Substances. EPA-HQ-OPP-2004-0402-0066. 21pp.

USEPA, 2008^b: United States Environmental Protection Agency, Reregistration Eligibility Decision for Pentachloronitrobenzene. Office of Prevention, Pesticides, and Toxic Substances. June 2006. 102pp.

Wang, sin fecha: Thermal modification of Wood, Faculty of Forestry, Universiity of Toronto http://www.forestry.toronto.edu/treated_wood/thermalmod.PDF

Wild et al, 1992: Pentachlorophenol in the UK Environment, I: A Budget and source inventory, Chemosphere, Vol. 24 (7) 833-845.

10 Anexo I incompatibilidad de sustancias químicas con PCP.

La NOM-054-SEMARNAT-1993 clasifica a las sustancias por reactividad y asigna así a cada una un nombre del grupo al que pertenece.

El anexo 4 de la norma clasifica a las sustancias en los siguientes grupos:

GRUPO 1.

Lodos de acetileno.

Líquidos cáusticos alcalinos.

Limpiadores alcalinos.

Líquidos alcalinos corrosivos.

Fluidos alcalinos corrosivos de batería.

Aguas cáusticas residuales.

Lodos calizos y otros álcalis corrosivos.

Aguas residuales calizas.

Caliza y agua.

Residuo cáustico.

Lodos:

De lavadores de efluentes gaseosos de hornos de carbón y altos hornos.

De operaciones primarias en la producción de cobre.

Residuo:

De cribado del drenaje en proceso de curtiduría en las siguientes subcategorías: pulpado, de pelo retenido, acabado húmedo y reparación de pieles para teñido deslanado.

De la fabricación de pulpa química.

Del procesamiento de lana.

De anodización de partes de aeronaves.

Alcalinos de la limpieza de embarcaciones.

Soluciones:

Gastadas de los baños de sal en el limpiado de recipientes en las operaciones de tratamiento de calor de metales.

Alcalinas en la limpieza de las aeronaves.

Tierras: De blanqueo de aceites o grasas.

GRUPO 2.

Lodos ácidos.

Ácido y agua.

Acido de batería.

Limpiadores químicos.

Electrolito ácido.

Lechada ácida o solvente.

Licor y otros ácidos corrosivos.

Residuo ácido.

Mezcla de residuos ácidos.

Residuos de ácido sulfúrico.

Aguas: Fuertes del vidrio.

Jaleas: De los procesos de concentración de metales pesados.

Lodos:

Del ánodo electrolítico en la producción primaria de zinc.

De tratamiento de aguas de operaciones de galvanoplastia.

De tratamiento de aguas de la producción de pigmentos azules de fierro.

De tratamiento de aguas de la producción de pigmentos naranja de molibdato.

De las soluciones de las operaciones de galvanoplastia.

Residuo:

En la fabricación de cinescopios para televisión.

En la fabricación de tubos electrónicos.

En la fabricación de contestadores telefónicos.

En la fabricación de semiconductores.

Conteniendo mercurio de procesos electrolíticos.

Ácidos en el recubrimiento de partes de las aeronaves.

Ácidos en el procesamiento de películas.

Soluciones:

Gastadas de las operaciones de galvanoplastia y del enjuague de las operaciones de las mismas.

De grabado de silicio.

De extrusión de aluminio.

Acidas de la limpieza química.

Otros: Licor del tratamiento del acero inoxidable.

GRUPO 3.

Aluminio.

Berilio.

Calcio.

Litio.

Potasio y Magnesio.

Sodio.

Zinc en polvo.

Otros metales e hidruros reactivos.

Aguas: De biodegradación de lodos conteniendo carga orgánica o metales pesados contaminantes.

Catalizador:

Gastado de antimonio en la producción de fluorometano.

Gastado de cloruro de mercurio.

Lodos:

De equipos de control de emisión de gases, humos y polvos.

De operaciones de coquizado.

De oxidación de tratamiento biológico que contenga cualquier sustancia tóxica sujeta a control sanitario o ecológico.

De tratamiento de aguas de la producción primaria de zinc.

De tratamiento de aguas de la producción de pigmentos amarillos y naranjas de cromo.

Lodos:

De tratamiento de aguas de la producción de pigmento amarillo de zinc.

De oxidación de tratamiento de aguas residuales.

De tratamiento de aguas de la producción de pigmentos verdes de cromo, óxidos de cromo (anhidros e hidratados).

Residuo:

Acuoso de catalizador gastado de antimonio en la producción de fluorometano.

Del horno en la producción de pigmentos verdes de óxido de cromo.

De lixiviado de cadmio en la producción primaria de zinc.

De la polarización, de los procesos de calcinación y de los procesos de la molienda de cerámica piezoeléctrica.

Del proceso de fluorización de aluminio.

De pintura removida de muebles.

De sello caliente y de aluminio.

De asbesto en todas sus formas, asbesto residual.

Todo material que contenga metales pesados.

Sólidos: Provenientes de embalses de fundidoras de plomo.

Tierras: Con catalizadores de níquel.

Otros:

Usadas como filtros y que contengan residuos peligrosos según los criterios de la norma oficial mexicana NOM-PA-CRP-001/93.

Asbesto residual.

GRUPO 4.

Alcoholes.

Agua.

Disolventes:

Gastados no halogenados: Cresoles, ácido cresílico, nitrobenzeno, metanol, tolueno, metílelketona, metil isobutílcetona, disulfuro de carbono, isobutanol, piridina, xileno, acetona, acetato de etilo, etil-benceno, éter etílico, alcohol-N-butílico, ciclohexanona.

GRUPO 5.

Cualquier residuo concentrado de los grupos 1 ó 2.

Calcio.

Litio.

Hidruros metálicos.

Potasio.

SO Cl, SOCl, PCI, CH SiCl.

Otros residuos reactivos al agua.

GRUPO 6.

Alcoholes.

Aldehídos.

Hidrocarburos halogenados.

Hidrocarburos nitrados.

Hidrocarburos no saturados.

Otros compuestos orgánicos y solventes reactivos.

Aguas: Residuales de raspado y lavado en la producción de forato.

Breas: Del fondo de la destilación de la producción de fenol-acetona a partir de cumeno.

Bases: Fijas de dimetil-Sulfato.

Cabezas:

De destilación de la producción combinada de tricloroetileno y percloroetileno.

De destilación de la producción de acetaldehído a partir de etileno.

De destilación de la producción de anhídrido ftálico a partir de naftaleno.

Carbón activado: Conteniendo sustancias peligrosas absorbidas según los criterios de la norma oficial mexicana NOM-052-ECOL-1993.

Catalizador: Gastado del reactor hidroclorador en la producción de 1, 1,1-tricloroetano.

Colas:

De la producción combinada de tricloroetileno y percloroetileno.

De la producción de acetaldehído a partir de etileno.

De la fracción en la producción de cloruro de etilo.

De destilación de cloruro de vinilo en la producción de monómeros de cloruro de vinilo.

De destilación de dicloruro de etileno durante la producción de dicloruro de etileno.

De destilación de tetraclorobenceno en la producción de 2, 4,5-T.

De la columna de purificación en la producción de epiclorohidrina.

De raspado en la producción de metil etil piridina.

Disolventes:

De limpieza en partes mecánicas.

De laminación mecánica en circuitos electrónicos.

Gastados halogenados en otras operaciones que no sea el desengrasado: Tetracloroetileno, cloruro de metileno, tricloroetileno, 1, 1,1-Tricloroetano, trifluoroetano, diclorobenceno, triclorofluorometano.

Gastados halogenados usados en el desengrasado: Tetracloroetileno, tricloroetileno, cloruro de metileno, 1, 1,1-tricloroetano, trifluoroetano, tetracloruro de carbono, fluoruros de carbono clorados.

Envases:

Envases vacíos que hubieran contenido cualquier tipo de plaguicidas.

Envases y tambos vacíos usados para el manejo de residuos químicos peligrosos ambientales.

Lodos:

De baño de aceite en el templado y tratamiento de calor de metales.

De tratamiento de aguas de residuos del templado en las operaciones de tratamiento de calor de metales.

De tratamiento de aguas en la producción de creosota.

De tratamiento de aguas en la producción de disulfoton.

De tratamiento de aguas en la producción de forato.

Lodos:

De tratamiento de aguas en la producción de toxafeno.

De tratamiento de aguas y lavadores de la cloración del ciclopentadieno en la producción de clordano.

De tratamiento de aguas en la producción de clordano.

De sedimento del tratamiento de aguas de los procesos de preservación de madera que utilizan creosota, cloro fenol, pentaclorofenol y arsenicales.

Residuo:

De la corriente del separador del producto en la producción de 1, 1,1-Tricloroetano.

De 2,6-Diclorofenol en la producción de 2,4-Diclorofenol.

De la fabricación de computadoras.

De la limpieza de circuitos por inmersión.

De la molienda química en equipos miniatura.

Disolventes en la producción de capacitores de cerámica.

En la fabricación de cintas magnéticas.

En el proceso de laminación de cabezas magnéticas para grabadora.

En la protección del aluminio de las aeronaves.

De la impresión de periódicos y limpieza de los equipos.

De foto acabado.

De la fabricación de látex.

De roto grabados e impresión por placa.

De protección de componentes electrónicos.

De disolventes usados para la extracción de café y cafeína.

Del aceite gastado en la fabricación del acero.

De pectina cítrica.

En la fabricación de anhídrido maleico.

De bifenilos poli clorados o de cualquier otro material que los contenga.

Hexacordos de la producción de percloroetileno.

Todos los clorados de procesos de cloración.

Los fondos de los tanques de distribución de gasolinas conteniendo tetra etilo de plomo.

En la fabricación de microfilmes.

De laboratorios de circuitos impresos en madera.

Sales Generadas en la producción de ácido cacodílico.

Sedimentos:

De la corriente del separador de agua residual en la producción de acrilonitrilo.

De la columna de purificación de acetonitrilo y de la corriente de la columna de acetonitrilo en la producción de acrilonitrilo.

De la destilación de cloruro de bencilo.

De la destilación de la producción de anhídrido ftálico a partir de naftaleno.

De la destilación de la producción de nitrobenzeno por nitración de benceno.

De la destilación de la producción de acetaldehído a partir de etileno.

De la purificación final de acrilonitrilo en la producción de acrilonitrilo.

De la destilación de tetraclorobenceno en la producción de 2, 4,5-T.

Sólidos: De la filtración de hexaclorociclopentadieno en la producción de clordano.

Otros:

Mezclas de residuos de plaguicidas.

Plaguicidas caducos.

Subproductos de la fabricación de plásticos.

Grasas y aceites usados.

Otros:

Lodos aceitosos de los procesos de refinación de petróleo crudo.

Bifenilos poli clorados residuales.

Materiales que contengan bifenilos poli clorados en concentración mayor a 50 ppm.

Materiales que contengan residuos de dibenzodioxinas o dibenzofuranos.

Lodos de las perforaciones de exploración.

GRUPO 7.

Soluciones de cianuro y sulfuro.

Residuo:

Del centrifugado en la producción de diisocianato de tolueno.

De los procesos de flotación selectiva en las operaciones de recuperación de metales a partir de minerales.

Sedimento:

De los residuos de laguna de tratamiento de aguas de cianidación en las operaciones de recuperación de metales a partir de minerales.

De los residuos de la laguna de tratamiento de aguas de cianidación en las operaciones de recuperación de metales a partir de minerales.

Soluciones:

Gastadas de baños de cianuro en las operaciones de recuperación de metales a partir de minerales.

Gastadas de baños de cianuro en las operaciones y tratamiento de superficies de metales pesados.

GRUPO 8.

Cloratos.

Cloro.

Cloritos.

Acido crómico.

Hipocloritos.

Nitratos.

Percloratos.

Permanganatos.

Peróxidos.

Otros agentes oxidantes fuertes.

Lodos:

De tratamiento de aguas en la fabricación y procesamiento de explosivos.

De tratamiento de aguas en el proceso electrolítico en la producción de cloro.

GRUPO 9.

Lodos:

Ácido acético y otros ácidos orgánicos.

Residuos del grupo 3

Residuos del grupo 6

Otros residuos inflamables y combustibles.

Residuo: De filtración del ácido ditilfosfórico en la producción de forato.

El PCP se encuentra en el grupo 6, en la Tabla 12 perteneciente al anexo 5, se muestra la tabla "A" de incompatibilidad entre todos los grupos antes mencionados:

Tabla 12 Anexo 5 Tabla "A" de incompatibilidad.

ANEXO 5			TABLA "A" DE INCOMPATIBILIDAD						
GRUPO REACTIVO	1								
1		2							
2	HS		3						
3	E, gt S	E, gt S		4					
4	H, gt	H, gt			5				
	F, E, gt	F, E, gt							
5				H, F, E.		6			
				gt gt					
6	H, F, E.	H, F, E.	H, F, E.				7		
7		gt						8	
8			H, F, E.			H,F,E.			9
9									
GRUPO REACTIVOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Fuente: NOM-054-SEMARNAT-1993.

Donde la nomenclatura representa los siguientes casos (véase Tabla 13):

Tabla 13 Nomenclatura anexos de incompatibilidad.

H	Genera calor por reacción química
F	Produce fuego por reacciones exotérmicas violentas e ignición de mezclas o de productos de la reacción
G	Genera gases en grandes cantidades y puede producir presión y ruptura de recipientes cerrados
gt	Genera gases tóxicos
gf	Genera gases inflamables
E	Produce explosión por reacciones vigorosas o suficientemente exotérmicas para detonar compuestos inestables o productos de la reacción
P	Produce polimerización violenta generando gran cantidad de calor y gases tóxicos e inflamables
S	Solubilización de metales y compuestos metales tóxicos
D	Produce reacciones desconocidas

Fuente: Anexo III código de reactividad de la NOM-054-SEMARNAT-1993.

En la misma NOM-054-SEMARNAT-1993, se maneja en el anexo 2 otra tabla de incompatibilidad con los siguientes grupos (véase Tabla 14):

Tabla 14 Anexo I Grupos reactivos.

Número del grupo reactivo	Nombre del grupo
1	Ácidos minerales no oxidantes.
2	Ácidos minerales oxidantes
3	Ácidos orgánicos
4	Alcoholes y glicoles
5	Aldehídos
6	Amidas
7	Aminas, alifáticas y aromáticas.
8	Azo compuestos, diazo compuestos e hidracinas.
9	Carbamatos
10	Cáusticos
11	Cianuros
12	Ditiocarbamatos
13	Esteres
14	Éteres
15	Fluoruros inorgánicos
16	Hidrocarburos aromáticos
17	Órgano-halogenados
18	Isocianatos
19	Cetonas
20	Mercaptanos
21	Metales alcalinos, alcalinotérreos, elementales o mezclas.
22	Otros metales elementales o mezclados en forma de polvos, vapores o partículas
23	Otros metales elementales y aleaciones tales como láminas, varillas y moldes.
24	Metales y compuestos de metales tóxicos.
25	Nitruros
26	Nitrilos
27	Compuestos nitrados
28	Hidrocarburos alifáticos no saturados.
29	Hidrocarburos alifáticos saturados.
30	Peróxidos e hidroperóxidos orgánicos.
31	Fenoles y cresoles
32	Organofosforados, fosfotioatos y fosfoditioatos.
33	Sulfuros inorgánicos
34	Epóxidos
101	Materiales inflamables y combustibles.
102	Explosivos
103	Compuestos polimerizables
104	Agentes oxidantes fuertes
105	Agentes reductores fuertes
106	Agua y mezclas que contienen agua.
107	Sustancias reactivas al agua

Fuente: NOM-054-SEMARNAT-1993.

En esta clasificación, el PCP se encuentra en el grupo 17 “Compuestos orgánicos halogenados” y en el grupo 31 “Fenoles y cresoles”. A continuación en la Tabla 15 se muestra un resumen de la incompatibilidad de los productos con PCP y la Ilustración 2 muestra una tabla completa marcada como el anexo 2 de la norma mencionada:

Tabla 15 Resumen de incompatibilidades del PCP.

Reactividad Nombre del grupo	Clasificación
Ácido Minerales No Oxidantes	Hgt
Ácido Minerales Oxidantes	HFgt
Ácido Orgánicos	
Alcoholes y Glicoles	
Aldehídos	
Amidas	
Aminas Alifáticas y Aromáticas	Hgt
Azo y Diazo-Compuestos e Hidracinas	HG
Carbonatos	
Cáusticos	Hgf
Cianuros	H
Ditiocarbamatos	
Esteres	
Éteres	
Fluoruros Inorgánicos	
Hidrocarburos Aromáticos	
Compuestos Orgánicos Halogenados	
Isocianatos	HP
Cetonas	
Mercaptanos, Sulfuros Orgánicos	H
Metales: Alcalinos y Alcalinotérreos Elementales y aleaciones	Hegf
Metales y Aleaciones en forma de talco, vapores y partículas	HE
Metales elementales y aleaciones en forma de láminas, varillas, molduras	HF
Metales y comp. Metalic. Tóx.	Hgf
Nitruros	Hgf
Nitrilos	
Nitrocompuestos	
Hidrocarburos Alifáticos no saturados	
Hidrocarb. Alifáticos saturados	
Peróxido e Hidroperóxido Org.	HE
Fenoles y Cresoles	
Organofosfatos, Fosfocátos y Fosfoditocátos	
Sulfuros Inorgánicos	
Epóxidos	HP
Materiales combustibles e inflamables	
Explosivos	HE
Compuestos Polimerizables	PH
Agentes Oxidantes Fuertes	HFgt
Agentes Reductores Fuertes	HEGP
Agua y Mezclas Conteniendo Agua	HG
Sustancias Reactivas al Agua	extremadamente reactivo

Fuente: elaboración propia con información de la NOM-054-SEMARNAT-1993.

11 Anexo II. Exenciones específicas solicitadas por México.

Tabla 16. Exenciones específicas solicitadas por México.

Activity	Specific exemption	Party	Expiry date	Estimated quantity of production / use	Purpose(s) of production / use	Reason for exemption	Remarks
Production	As allowed for the parties listed in the Register in accordance with the provisions of part VIII of Annex A	Mexico	Not applicable	6800 metric tons per year	Production of pentachlorophenol, 99.8% for shipment to the United States of America and 0.2% for sale in the national territory; the specific uses are those expressed in the Conference of the Parties, i.e. for treatment of utility poles and cross-arms.	Existence of the company KMG, a production plant in Mexico that delivers the product in solid state to be later sent to the USA for its distribution and sale.	None.
Use	Pentachlorophenol for utility poles and cross-arms in accordance with the provisions of part VIII of Annex A	Mexico	Not applicable	0.2% of 6800 metric tons per year	Production of pentachlorophenol, 99.8% for shipment to the United States of America and 0.2% for sale in the national territory; the specific uses are those expressed in the Conference of the Parties, i.e. for treatment of utility poles and cross-arms.	Existence of the company KMG, a production plant in Mexico that delivers the product in solid state to be later sent to the USA for its distribution and sale.	None.

Fuente: chm.pops.int, consultado en julio de 2018.

12 Anexo III. Medidas de primeros auxilios.

Tabla 17. Medidas de primeros auxilios.

Medida de primeros auxilios	Descripción
Inhalación	Inmediatamente remover a la persona de la exposición, solicitar asistencia médica inmediata, evitar la exposición hacia otras personas. Uso adecuado de protección respiratoria, proveer oxígeno suplementario si está disponible. Si deja de respirar, proveer ventilación mecánica o resucitación boca-boca
Contacto con piel	Remover la ropa contaminada y enjuagar la piel con agua al menos 15 minutos. Lavar la ropa contaminada antes de su reuso
Contacto con los ojos	Enjuagar con agua abundante durante 15 minutos, remover lentes de contacto después de los primeros 5 minutos, luego continuar enjuagando. Solicitar atención medica si la irritación persiste
Ingestión	Enjuagar la boca con agua y beber cantidades grandes de leche o agua cuando la gente esta consciente. Solo inducir el vómito bajo instrucciones médicas. Solicitar atención medica
Síntomas mas importantes / efectos, agudos y retrasados	Decrecimiento de funciones motoras, edemas, cambios de conducta, narcosis, somnolencia y mareos, pérdida de conciencia, dolores de cabeza, náuseas, vómito, ictericia, contracciones abdominales, dolor de garganta, fiebre, irritación de ojos. Los individuos expuestos pueden experimentar lagrimeo ocular, enrojecimiento y molestias. Puede causar efectos crónicos, daños a diversos órganos (sangre, sistema nervioso o respiratorio, al corazón, hígado y riñones). Los síntomas comunes para cloracné es la formación de puntos negros, blancos y quistes amarillos sobre las sienes y alrededor de los oídos. Los síntomas se revierten al alejarse de las fuentes de exposición
Indicación de atención médica inmediata y tratamientos especiales	En caso de dificultades para respirar, dar oxígeno. Mantenga cálida a la víctima. Este producto es un estimulante metabólico. El tratamiento es de apoyo. La diuresis forzada puede reducir la carga total al cuerpo. Tratar la hipotermia con medidas físicas, no administrar aspirina, fenotiazina o antropina ya que pueden aumentar la toxicidad.
Información general	Asegúrese que el personal médico este consciente del material involucrado y tenga las precauciones de protección para ellos mismos.

Fuente: MSDS KMG Chemicals Inc., 2015.

13 Anexo IV. Medidas para combate contra incendios.

Tabla 18. Medidas para combate contra incendios

Medios adecuados para extinción	Niebla de agua, espumas, polvo químico seco, dióxido de carbono.
Medios no adecuados para extinción	No usar chorro de agua, esto podría esparcir el fuego.
Peligros específicos de la sustancia química	El producto es combustible y bajo calor puede generar vapores explosivos con mezcla de aire. Durante incendios pueden formarse gases dañinos para la salud.
Instrucciones / equipo contra incendios	Selección de equipo de respiración para combate contra incendios.
Métodos específicos	Use los procedimientos estándares contra incendios y considere el peligro de otros materiales involucrados.
Peligros generales de incendio	Combustible líquido

Fuente: MSDS KMG Chemicals Inc., 2015.

14 Anexo V. Medidas para liberaciones accidentales.

Tabla 19. Medidas para liberaciones accidentales.

Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia.	Mantener al personal no indispensable fuera de la zona. Mantener a las personas lejos de la dirección del viento en derrames/fugas. Eliminar todas las fuentes de ignición (no fumar, bengalas, chispas o flamas en el área inmediata). Vestir equipo de protección y ropa adecuada. No respirar humos o vapores. No tocar contenedores dañados o con derrames sin vestir el equipo protector adecuado. Asegure ventilación adecuada. Las autoridades locales deben ser avisadas si los derrames son significativos y no pueden contenerse.
Métodos y materiales para contención y limpieza	<p>Eliminar todas las fuentes de ignición (no fumar, bengalas, chispas o flamas en el área inmediata). Mantener los combustibles (madera, papel, aceite, etc.) lejos del material derramado.</p> <p>Parar el flujo del material si no representa riesgo. Contenga el material derramado donde sea posible. Prevenga la entrada a canales, alcantarillas, sótanos o áreas confinadas. Inmediatamente restringir el acceso al área del derrame. Ventilar el área del derrame. Vestir el equipo de protección adecuado. Para pequeños derrames, absorba el líquido en arcilla o vermiculita. Barra con material absorbente y deposite en el lugar dispuesto por las leyes estatales y federales aplicables. Para derrames largos, elimine las fuentes de ignición, pare el flujo del producto desde la fuente de derrame, restrinja el acceso al área del derrame, contenga el área para prevenir esparcimiento. Recolecte la cantidad bombeable posible en recipientes de recuperación, absorba el líquido remanente en arcilla o vermiculita, barra con material absorbente y disponga el contenido de acuerdo a las leyes estatales y federales.</p>
Precauciones ambientales	Nunca devuelva el contenido derramado al recipiente original para su reuso. Evite las liberaciones al ambiente. Prevenga nuevas fugas o derrames si es seguro hacerlo. Evite las descargas a drenajes, cursos del agua o al suelo. Informe a los gerentes encargados o al personal de supervisión de liberaciones al ambiente.

Fuente: MSDS KMG Chemicals Inc., 2015.

15 Anexo VI. Control de exposición / protección personal.

Tabla 20. Control de exposición.

Componente	Tipo	Valor
Límite para contaminantes en aire (OHSAS)		
Pentaclorofenol	PEL	0.5 mg/m ³
Umbral límite de valor (US. ACGIH)		
Pentaclorofenol	STEL	1 mg/m ³ (fracción inhalable y vapor).
	TWA	0.5 mg/m ³ (fracción inhalable y vapor).
Guía de bolsillo para químicos peligrosos (US.NIOSH)		
Pentaclorofenol	TWA	0.5 mg/m ³

Fuente: MSDS KMG Chemicals Inc., 2015.

Tabla 21. Protección personal

Protección para ojos/cara	Usar gafas protectoras, no usar lentes de contacto, cuando se realicen las mezclas, vestir gafas y/o mascarillas. Todo el personal de limpieza o mantenimiento de las juntas del cilindro de tratamiento / o que trabaje con el concentrado o en el tratamiento de madera debe usar mascarilla completa.
Protección de manos	Usar guantes protectores. Tenga cuidado si el líquido puede penetrar los guantes. Cambiarlos frecuentemente. Los guantes adecuados pueden ser recomendados por el proveedor de guantes.
Otros	Usar guantes protectores resistentes. Usar ropa resistente a los químicos. Usar botas o zapatos protectores. La ropa protectora para bomberos proporciona protección limitada en casos de incendio, no es efectiva en derrames. Vestir ropa protectora recomendada por el proveedor de equipo de protección personal. Use ropa que evite cualquier contacto con la piel. (p. Ej. Guantes, bata, fundas y botas) durante la aplicación y manipulación de PCP.
Protección respiratoria	Si los controles de ingeniería no son suficiente ⁴ para mantener las concentraciones de polvo o humos bajo el umbral permitido, se debe usar protección respiratoria. El término “respiradores” significa un ajuste adecuado o con buen mantenimiento. Los cartuchos de los respiradores aprobados por MSHA/NIOSH para vapores orgánicos y gases ácidos
Peligros térmicos	Vestir ropa térmica protectora adecuada cuando sea necesario.
Consideraciones generales de higiene	Manipúlese de acuerdo a las buenas prácticas de seguridad e higiene industrial. Lave sus manos antes de comer, beber, masticar coma, usar tabaco o ir al baño. Está prohibido comer, beber y fumar en el área de carga del cilindro de tratamiento, el área de la almohadilla de goteo y el cuarto de control de ingeniería de las instalaciones de tratamiento de madera. EXCEPCIÓN: cuando el cuarto de control del operador esté aislado de los cilindros de tratamiento, dela almohadilla de goteo y de los tanques de trabajo, se puede comer, beber o fumar (dependiendo de las regulaciones locales). Los usuarios pueden quitarse el equipo

	<p>de protección personal inmediatamente si el pesticida ha traspasado. Entonces se debe lavar a fondo y poner en la ropa limpia. Los usuarios deben quitarse el equipo de protección personal inmediatamente después de manipular el producto. Lave por dentro los guantes antes de quitárselos. Tan pronto sea posible lave a fondo y cambie por ropa limpia. El personal debe dejar sus delantales, overoles, guantes resistentes a químicos, calzado de trabajo y cualquier otro material contaminado con conservante en las instalaciones de tratamiento. Siga las instrucciones de limpieza y mantenimiento del proveedor de equipo de protección personal. Si no hay instrucciones, lave con detergente y agua caliente. Mantenga el EPP separado de la lavandería. Descarte la ropa y otros materiales absorbentes que están muy contaminados con el concentrado del producto. No los reúse.</p>
--	--

Fuente: MSDS KMG Chemicals Inc., 2015.

Donde la nomenclatura se desglosa en la Tabla 22:

Tabla 22. Nomenclatura de control de exposición /protección personal

PEL	Límite de exposición permisible
STEL	Límite de exposición a corto plazo
TWA	Promedio ponderado de tiempo

Fuente: Association Advancing Occupational and Environmental Health

16 Anexo VII. Información toxicológica.

Tabla 23. Información toxicológica

Producto	Resultados de pruebas	
	Dura-Treat 40 Wood Preserver Pentaclorofenol al 33.4-35.4% [líquido]	KMG-B Penta OL Penta Blocks Pentaclorofenol al 86% [sólido]
Agudo		
Dérmico LD 50	200-2000 mg/kg	> 5000 mg/kg (ratas)
Inhalación LC 50	0.52-2.07 mg/l	0.53-2.09 mg/l (ratas)
Oral LD 50	126 mg/kg	146 mg/kg (ratas)
Irritación/corrosión de piel	Irritación moderada a la piel Tiempo de recuperación: 14 días	Irritación moderada a la piel
Irritación/daño severo en ojos	Irritación moderada a los ojos Tiempo de recuperación: 7 días	Irritación seria en los ojos
Sensibilización respiratoria o de piel	No presenta sensibilización respiratoria No presenta sensibilización a la piel	Sensibilización respiratoria no clasificada No presenta sensibilización a la piel
Mutagenicidad de células germinales	Mutagenicidad no esperada	No clasificada
Carcinogenicidad	Se sospecha que sea causante de cáncer A3 carcinogenicidad confirmada en animales con relevancia desconocida para humanos ACGIH Grupo A3 carcinogenicidad confirmada en animales con relevancia desconocida para humanos EPA rango de carcinogenicidad B2 probable carcinógeno humano. IARC: 2B posible carcinógeno para humanos	
Toxicidad reproductiva	No se ha encontrado efectos teratogénicos en animales de laboratorio pero puede causar retrasos en el desarrollo normal del feto	
Toxicidad especifica en órganos diana – exposición simple	Causa daños a órganos (sistema cardiovascular, corazón). Puede causar irritación respiratoria	
Toxicidad especifica en órganos diana – exposición repetida	Causa daños a órganos (sangre, sistema nervioso, sistema respiratorio, corazón, hígado, riñones).	
Peligros por aspiración	No clasificado	
Efectos crónicos	Puede causar daño en la sangre. Puede tener efectos cardiovasculares. Puede causar daños al corazón. Puede causar daño a hígado y riñones. Se sospecha peligro de cáncer – puede causar cáncer. Puede causar edema pulmonar.	

Más información	La exposición humana al pentaclorofenol puede resultar en desarrollo de cloracné. Casos leves parecidos a otros tipos de acné o cambios en la piel observados con el envejecimiento.	Puede causar edema pulmonar. Los síntomas pueden ser retardados
-----------------	--	---

Fuente: MSDS KMG Chemicals Inc., 2015.

Con la nomenclatura mencionada en la Tabla 24:

Tabla 24. Nomenclatura sobre información toxicológica

LD 50	Dosis letal de un material que provoca la muerte del 50% de un grupo de animales prueba.
LC 50	Concentración letal que provoca la muerte del 50% de los animales de ensayo en un tiempo determinado.

Fuente: Recurso Nacional Canadiense de Seguridad y Salud Ocupacional.

17 Anexo VIII. Información ecológica.

Tabla 25. Información ecológica

Eco toxicidad	Muy tóxico para organismos acuáticos, puede causar efectos adversos con el tiempo al ambiente acuático	
Componente	Especies	Resultado de las pruebas
Pentaclorofenol		
Algas LC 50	Lenteja de agua (lemna minor)	0.19 mg/l 72 horas
Peces LC 50	Trucha arcoíris, trucha donaldson (oncorhynchus mykiss)	0.055-0.107 mg/l, 96 horas
Persistencia y degradabilidad	El pentaclorofenol es hidrolíticamente estable en agua en pH de 4 a 9, excluyendo la hidrolisis como proceso de mayor degradación en el ambiente. La degradación química en agua puede ocurrir principalmente por fotodegradación. En aguas superficiales el PCP se puede degradar rápidamente con exposición directa a la luz del sol, con el incremento de pH la degradación se acelera (cuando el compuesto está disociado).	
Potencial bioacumulativo		
Coeficiente de partición n-octanol/agua (log Kow)		5.12
Movilidad en suelo	El producto es moderadamente móvil en suelo arenoso y aparente mente inmóvil en suelo arcilloso. Los productos muestran leve movilidad en suelo limoso	
Otros efectos adversos	No presenta otros efectos ambientales adversos (agotamiento de ozono, creación de ozono fotoquímico, disrupción endócrina, potencial de calentamiento global).	

Fuente: MSDS KMG Chemicals Inc., 2015.

18 Anexo IX. Sistema de clasificación de riesgo.

Tabla 26. Sistema de clasificación de riesgo

Clase 1	Explosivos	
	División 1.1	Explosivos que presentan un riesgo de explosión en masa
	División 1.2	Explosivos que presentan un riesgo de proyección sin riesgo de explosión en masa.
	División 1.3	Explosivos que presentan un riesgo de incendio y un riesgo menor de explosión o un riesgo menor de proyección, o ambos, pero no un riesgo de explosión en masa
	División 1.4	Explosivos que no presentan riesgo apreciable considerable
	División 1.5	Explosivos muy insensibles que presentan un riesgo de explosión en masa
	División 1.6	Artículos sumamente insensibles que no presentan riesgo de explosión en masa
Clase 2	Gases	
	División 2 1	Gases inflamables
	División 2 2	Gases no-inflamables, no tóxicos
	División 2 3	Gases tóxicos
Clase 3	Líquidos inflamables	
Clase 4	Sólidos inflamables; sustancias que pueden experimentar combustión espontánea, sustancias que, en contacto con el agua, desprenden gases inflamables	
	División 4 1	Sólidos inflamables, sustancias de reacción espontánea y sólidos explosivos insensibilizados
	División 4 2	Sustancias que pueden experimentar combustión espontánea
	División 4 3	Sustancias que, en contacto con el agua, desprenden gases inflamables
Clase 5	Sustancias oxidantes y peróxidos orgánicos	
	División 5.1	Sustancias oxidantes
	División 5.2	Peróxidos orgánicos
Clase 6	Sustancias tóxicas y sustancias infecciosas	
	División 6.1	Sustancias tóxicas
	División 6.2	Peróxidos orgánicos
Clase 7	Materiales radiactivos	
Clase 8	Sustancias corrosivas	
Clase 9	Sustancias y objetos peligrosos varios, incluidas las sustancias peligrosas para el medio ambiente	

Fuente: Guía de respuesta en caso de emergencia 2016.

19 Anexo X. Guía No. 154 sobre sustancias tóxicas y/o corrosivas (no combustibles).

<p>GUÍA 154 SUSTANCIAS - TÓXICAS Y/O CORROSIVAS (NO COMBUSTIBLES)</p>	<p>RESUESTA DE EMERGENCIA</p>
<p>ALA SALUD</p> <ul style="list-style-type: none"> • TÓXICO: la inhalación, ingestión o contacto del material con la piel, puede causar lesiones severas o la muerte. • El contacto con sustancia fundida puede causar severas quemaduras en la piel y los ojos. • Evitar cualquier contacto con la piel. • Los efectos de contacto o inhalación se pueden presentar en forma retardada. • El fuego puede producir gases irritantes, corrosivos y/o tóxicos. • Las fugas resultantes del control del incendio o la dilución con agua, pueden ser corrosivas y/o tóxicas y causar contaminación. 	<p>FUEGO</p> <p>Incendio Pequeño</p> <ul style="list-style-type: none"> • Polvos químicos secos, CO₂ o rocío de agua. <p>Incendio Grande</p> <ul style="list-style-type: none"> • Usar polvo químico seco, CO₂, rocío de agua o espuma resistente al alcohol. • Mueva los contenedores del área de fuego si lo puede hacer sin ningún riesgo. • Hacer un dique de contención para el agua que controla el fuego para su desecho posterior; no desparame el material. <p>Incendio que involucra Tanques o Vagones y sus Cargas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Combata el incendio desde una distancia máxima o utilice soportes fijos para mangueras o chiflones reguladores. • No introducir agua en los contenedores. • Enfríe los contenedores con chorros de agua hasta mucho después de que el fuego se haya extinguido. • Refriese inmediatamente si sale un sonido creyente de los mecanismos de seguridad de las ventillas, o si el tanque se empieza a decolorar. • SIEMPRE manténgase alejado de tanques envueltos en fuego.
<p>PELIGROS POTENCIALES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las sustancias no-combustibles no encienden por sí mismas, pero se pueden descomponer al calentarse y producir vapores corrosivos y/o tóxicos. • Algunos son oxidantes y pueden encender otros materiales combustibles (madera, aceite, ropa, etc.). • El contacto con metales puede desprender hidrógeno gaseoso inflamable. • Los contenedores pueden explotar cuando se calientan. • Para vehículos o equipo eléctrico, la GUÍA 147 (Baterías de iones de litio) o la GUÍA 138 (Baterías de sodio) también deben ser consultadas. 	<p>DERRAME O FUGA</p> <ul style="list-style-type: none"> • ELIMINAR todas las fuentes de ignición (no fumar, no usar bengalas, chispas o llamas en el área de peligro). • No tocar los contenedores dañados o el material derramado, a menos que esté usando la ropa protectora adecuada. • Detenga la fuga, en caso de poder hacerlo sin riesgo. • Prevenga la entrada hacia vías navegables, alcantarillas, sótanos o áreas confinadas. • Absorber con tierra seca, arena u otro material absorbente no combustible y transferirlo a contenedores. • NO INTRODUCIR AGUA EN LOS CONTENEDORES.
<p>SEGURIDAD PUBLICA</p> <p>• LLAMAR primero al número de teléfono de respuesta en caso de emergencia en el documento de embarque. Si el documento de embarque no está disponible o no hay respuesta, diríjase a los números telefónicos enlistados en el foro de la contrapartida.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Como acción inmediata de precaución, aisle en todas direcciones, el área del derrame o escape como mínimo 50 metros (150 pies) para líquidos, y 25 metros (75 pies) para sólidos. • Manténgase alejado al personal no autorizado. • Manténgase con viento a favor, en zonas altas y/o corriente arriba. • Ventile las áreas encerradas. 	<p>PRIMEROS AUXILIOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asegúrese que el personal médico tenga conocimiento de los materiales involucrados, y tomar las precauciones para protegerse a sí mismos. • Mueva a la víctima a donde se respire aire fresco. • Llamar a los servicios médicos de emergencia. • Aplicar respiración artificial si la víctima no respira. • No usar el método de respiración de boca a boca si la víctima ingirió o inhaló la sustancia: proporcione la respiración artificial con la ayuda de una máscara de bolsillo con una válvula de una sola vía u otro dispositivo médico de respiración. • Suministrar oxígeno si respira con dificultad. • Quitar y aislar la ropa y el calzado contaminados. • En caso de contacto con la sustancia, enjuagar inmediatamente la piel o los ojos con agua corriente por lo menos durante 20 minutos. • Para contacto menor con la piel, evite esparcir el material sobre la piel que no esté afectada. • Mantenga a la víctima calmada y abrigada. • Los efectos de exposición a la sustancia por (inhalación, ingestión o contacto con la piel) se pueden presentar en forma retardada.
<p>ROPA PROTECTORA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Use el equipo de aire autónomo de presión positiva (SCBA). • Use ropa protectora contra los productos químicos, la cual es específicamente recomendada por el fabricante. Esta puede proporcionar poca o ninguna protección térmica. • El traje de protección estructural de los bomberos provee protección limitada ÚNICAMENTE en situaciones de incendio, no es efectivo en derrames con posible contacto directo con la sustancia. 	<p>DERRAME</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vea la Tabla 1 - Distancias de Aislamiento Inicial y Acción Protectora para los materiales resaltados. Para los otros materiales, aumente como sea necesario en la dirección del viento, la distancia de aislamiento mostrada en "SEGURIDAD PUBLICA". <p>Incendio</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si un tanque, carro de ferrocarril o autotank que está involucrado en un incendio, AISLE 800 metros (1/2 milla) a la redonda; también, considere la evacuación inicial a la redonda a 800 metros (1/2 milla).
<p>EVACUACION</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vea la Tabla 1 - Distancias de Aislamiento Inicial y Acción Protectora para los materiales resaltados. Para los otros materiales, aumente como sea necesario en la dirección del viento, la distancia de aislamiento mostrada en "SEGURIDAD PUBLICA". 	<p>EN CANADÁ, puede requerirse para este producto un Plan de Asistencia en Respuesta a Emergencias (ERAP). Por favor consulte los documentos de embarque y/o la sección Programa ERAP (página 392).</p>
<p>GUÍA 154 SUSTANCIAS - TÓXICAS Y/O CORROSIVAS (NO COMBUSTIBLES)</p>	<p>PELIGROS POTENCIALES</p>

Ilustración 3: Guía 154 para PCP. Fuente: Guía de respuesta en caso de emergencia, 2016.