

Aporte Santiaguino



Aporte Santiaguino 15 (2), julio - diciembre 2022: 216-232

ISSN: 2070 – 836X; ISSN-L: 2616 - 9541

DOI: <https://doi.org/10.32911/as.2022.v15.n2.956>

Website: http://revistas.unasam.edu.pe/index.php/Aporte_Santiaguino



Impactos al ambiente y a la salud pública por Bifenilos Policlorados PCBs en el Callejón de Huaylas - Región Ancash

Impacts to the environment and public health by Polychlorinated Biphenyls PCBs in Callejón de Huaylas - Ancash Region

GERARDO NORABUENA MAGUIÑA¹, ROSA RODRÍGUEZ ANAYA¹ Y MAGDALENA MILLA SALAZAR¹

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo identificar y determinar la presencia de PCBs en el ámbito del Callejón de Huaylas y los impactos que puedan causar en la salud y al ambiente. Para ello, se ha tomado en consideración las guías y manuales para la identificación y el manejo ambiental de existencias de dichos PCBs, asimismo los métodos estandarizados y directrices del UNEP. Como resultado de las evaluaciones, se ha podido determinar la existencia de PCBs, en el aceite dieléctrico del transformador ubicado en el distrito de Ticapampa, el cual fue muestreado y analizado, encontrándose Askarel o Aroclor en su composición, debido a su conservación y antigüedad del equipo; confirmándose así la existencia de dichos productos químicos en nuestro medio. La investigación concluyó que, en el caso de los impactos a la salud, los trabajadores que tuvieron contacto directo con los

¹ Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Huaraz, Perú.

©Los autores. Este artículo es publicado por la Revista Aporte Santiaguino de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), que permite: Compartir - copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato, Adaptar - remezclar, transformar y construir a partir del material para cualquier propósito, incluso comercialmente.

equipos, no cuentan con EPPs, no cuentan con un control médico, ni registro del mismo; estos manifiestan tener problemas de salud. Con respecto al impacto en el ambiente, los operadores manifiestan que la disposición de los residuos no es el adecuado; al contrario, son dispuestos junto a los residuos domésticos; además de quemarlos, generando contaminación del aire, suelo y agua.

Palabras clave: Aroclor; Contaminación; Organoclorados; PCBs.

ABSTRACT

The objective of this research is to identify and determine the presence of PCBs in the Callejón de Huaylas area and the impacts they may cause on health and the environment. For this, the guides and manuals for the identification and environmental management of stocks of said PCBs have been taken into account, as well as the standardized methods and guidelines of the UNEP. As a result of the evaluations, it has been possible to determine the existence of PCBs in the dielectric oil of the transformer located in the district of Ticapampa, which was sampled and analyzed, finding Askarel or Aroclor in its composition, due to its conservation and age of the team; this confirming the existence of said chemical products in our environment. The investigation concluded that, in the case of health impacts, the workers who had direct contact with the equipment, do not have PPE, do not have a medical control, or record of it; claiming to have health problems. Regarding the impact on the environment, the operators state that the disposal of the waste is not adequate; on the contrary, they are disposed of together with household waste; in addition to burning them, generating air, soil and water pollution.

Keywords: Aroclor; Contamination; Organochlorines; PCBs.

INTRODUCCIÓN

Los Bifenilos Policlorados (PCBs por sus siglas en inglés) son Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP), siendo esta condición la principal causa de preocupación ambiental y de salud pública. Desde que fueron sintetizados a mediados del siglo XIX los PCBs han

contribuido en gran forma al desarrollo tecnológico de los equipos eléctricos al aprovechar sus inmejorables características técnicas, sin embargo a partir de los exámenes y evidencias surgidas en los años setenta, también se reconocieron los graves efectos a la salud humana y al ambiente que ocasionan estos compuestos, por lo que se hizo necesario a partir de entonces su identificación y ubicación, proyectar una gestión y manejo ambientalmente seguro (CONAM et al., 2006).

Durante mediados de los años setenta, concluyeron las aplicaciones de PCBs en ciertos productos, sin embargo, estos se seguían utilizando en equipos hidráulicos, termopermutadores, condensadores y transformadores. Cuando los PCB arden, por ejemplo, a causa de un incendio en una casa o en una fábrica en la que haya un transformador o condensador, se forman sustancias químicas muy tóxicas, principalmente dibenzofuranos, cuyos efectos nocivos en la salud han sido bien demostrados, además del peligro de que produzcan furanos en caso de incendio. Los PCB de por sí son sustancias peligrosas, por su gran estabilidad y naturaleza oleofílica, esto implica que los tejidos adiposos de las personas y animales pueden absorberlos con facilidad. De esta manera, es probable que se formen concentraciones de PCB en el organismo vivo como, por ejemplo, en el hígado, la grasa, etc., en donde estas moléculas son de difícil eliminación (PNUMA, 2022: 11).

Los PCBs tienen características perjudiciales para la salud y el ambiente, debido a que son sustancias que: a) tienen efectos tóxicos en las mujeres y en las generaciones futuras; b) son muy resistentes a la degradación, y por lo tanto persisten en el ambiente durante mucho tiempo; c) tienen solubilidad muy baja en el agua y alta en grasas; d) se bioacumulan en ecosistemas terrestres y acuáticos, multiplicando su concentración en varios miles de veces a lo largo de la cadena alimentaria; e) se transporta a través de las fronteras por aire, agua o especies migratorias (DIGESA, 2017b).

Es por ello, que el presente estudio identificó a los PCBs como principal problema para la salud pública y el ambiente en el ámbito del Callejón de Huaylas, el cual no cuenta con lugares o estructuras para controlar, manejar, reducir ni eliminar los PCBs. Esta afirmación se basa en la ausencia de aspectos como manuales, procedimientos técnicos y normativos para la conformación de capacidades analíticas, acreditación de organizaciones para la detección,

análisis, tratamiento o disposición final de elementos con PCBs. Escaso conocimiento de la cantidad, volumen, concentración y localización geográfica de las existencias con PCBs por parte de las autoridades competentes y por parte de los propietarios de estos elementos. No existe una identificación de los sitios probables contaminados por PCBs y/o el desplazamiento del contaminante dentro del ecosistema (DIGESA, 2017a).

En ese sentido, el estudio tiene como principal objetivo determinar los impactos ambientales negativos al ambiente y la salud pública por la exposición a Bifenilos Policlorados - PCBs en los pobladores del Callejón de Huaylas de la Región Ancash, incluyendo a las poblaciones en condición de vulnerabilidad; teniendo como hipótesis que los PCBs generan impactos ambientales negativos al ambiente y la salud pública en algunos ámbitos del Callejón de Huaylas - Región Ancash.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación es de campo, dado que este tipo de investigación se apoya en información que proviene de otras fuentes como entrevistas, cuestionarios, encuestas, observaciones y trabajos en laboratorio. Asimismo, también es de tipo descriptiva, puesto que se recopiló información de los diferentes métodos de análisis realizados por entidades nacionales como el de DIGESA y organismos internacionales como el de Estocolmo y la Universidad de Ginebra. El estudio tuvo tres fases: La fase exploratoria, la fase descriptiva y la fase experimental. La población del estudio está comprendida por las entidades públicas (industriales, hospitales, centros de salud, municipalidades, otros) y entidades privadas (empresas mineras, industriales y conjuntos habitacionales residenciales) ubicados en el Callejón de Huaylas de la Región Ancash, que cuentan con equipos generadores de energía eléctrica. La muestra tomada fue La Municipalidad Distrital de Ticapampa, Provincia de Recuay; Hospital de Apoyo de Huaraz “Víctor Ramos Guardia”, Provincia de Huaraz; el Hospital de Apoyo de Caraz “San Juan de Dios”, Provincia de Huaylas y la Municipalidad Distrital de Huaylas.

Los instrumentos de recolección utilizados fueron: la aplicación de la metodología general internacionalmente aceptada para la identificación de PCBs, “Directrices para la

identificación de PCBs y materiales que contengan PCBs” del Área de Productos Químicos del PNUMA (UNEP, 1999). La recolección de datos realizada fue mediante consultas con expertos en la materia; en este caso, con los Ingenieros Responsables del Proyecto “Manejo y Disposición Ambientalmente Racional de PCBs en el Perú”- GF/PER/10/001, encuestas y entrevistas directas con los funcionarios responsables y trabajadores a cargo de los grupos electrógenos o transformadores que se encuentran en las entidades públicas anteriormente mencionadas, observaciones y análisis de laboratorio (DIGESA), donde se hizo uso del Kit Clor-N-Oil®.

Tabla 1: Pasos para el procesamiento y análisis de la muestra del aceite dieléctrico con Kit Clor-N-Oil 50 de la Compañía Dexsil® de acuerdo a la metodología de análisis del test TCLP

1er paso	Preparación. Se remueve el contenido de la caja. Para verificar si el contenido está correcto e intacto. Se coloca los dos tubos de ensayo en los soportes frontales de la caja.
2do paso	Preparación de la muestra. Se retira la tapa negra del tubo N.º 1. Luego, utilizando la pipeta desechable, se transfiere exactamente 5 ml de aceite del transformador-muestra (hasta la línea marcada) para el tubo de tapa negra. Se cierra bien el tubo.
3er paso	Reacción. Se procede a quebrar la ampolla con la marca azul (inferior) comprimiendo los lados del tubo. Se agita vigorosamente durante 10 segundos. Luego se quiebra la ampolla gris del tubo N.º 1 y se agita bien durante 10 segundos (asegurándose de que la ampolla incolora es la primera a ser quebrada). Se espere 50 segundos para que los reactantes reaccionen agitando intermitentemente varias veces. Controlando el tiempo con reloj.
4to paso	Extracción. Se remueve las tapas de ambos tubos y se transfiere la solución buffer (solución incolora) del tubo N.º 2 (tapa blanca) para el tubo N.º 1 (tapa negra). Se cierra el tubo N.º 1 y se agita vigorosamente durante 10 segundos. Se ventila el tubo N.º 1 con cuidado (se abre la tapa apenas media vuelta) para aliviar la presión (gas) dentro del tubo. Se agita 10 segundos más y se ventila nuevamente el tubo. El aceite cambia de cloración y ya no se muestra grisáceo. Luego, se colocó el tubo N.º 1 bien cerrado con la tapa hacia abajo en una superficie plana y se espera 2 minutos para que la solución acuosa se separe de la solución orgánica (aceite). Luego de los 2 minutos se logró observar que el aceite quedó por debajo de la 220luciónn acuosa, encontrándose que el aceite contenía PCB puro (Askarel o Aroclor) y se continuó con el test.
5to paso	Análisis. Luego se levantó el tubo N.º 1 (invertido como está) con cuidado para luego transferir a través de la válvula del tubo N.º 1, 5 ml. De la solución acuosa hacia el tubo N.º 2 (hasta la marca de los 5 ml), teniendo cuidado para no introducir ninguna gota de aceite que se encuentra por encima de la solución acuosa. Se cerró bien el tubo N.º 2. Se quebró la ampolla incolora (inferior) del tubo N.º 2 y se agitó durante 10 segundos. Luego se quebró la ampolla de color (superior) del tubo N.º 2 y agitó durante 10 segundos.
6to paso	Resultados. Transcurrido el tiempo sugerido, se observó un color resultante y se comparó con la tabla de colores. Por lo que la solución no presentó un color púrpura, por tanto, el aceite contiene más de 50 ppm de PCBs. En este caso la solución tuvo un color amarillo, con lo que se confirma que el aceite contenía más de 50 ppm de PCBs. Que en muchas veces se confirma lo mismo que con un análisis a través de un método específico (cromatografía gaseosa) para la identificación y cuantificación de PCBs.
7mo paso	Eliminación. Se abre la ampolla, denominada “ampolla de eliminación” se introduce en el tubo N.º 2. Se cierra el tubo, se quiebra la ampolla y se agita durante 5 segundos. Esta reacción es necesaria para neutralizar el mercurio, de tal forma que se cumple los requisitos del test TCLP (“Toxicity Characteristic Leaching Procedure”) de la EPA (Environmental Protection Agency).

RESULTADOS

Equipos que contienen PCBs en el ámbito del Callejón de Huaylas

Como resultado del trabajo realizado en el ámbito del Callejón de Huaylas se ha podido identificar varios equipos generadores de energía eléctrica, componentes y recipientes con contenido de PCBs, entre ellos transformadores, calderos y condensadores, ubicados en: la zona urbana de la Municipalidad Distrital de Ticapampa, en el Hospital de Apoyo de Huaraz “Víctor Ramos Guardia”, en el Hospital de Apoyo de Caraz “San Juan de Dios y en el ámbito de la Municipalidad Distrital de Huaylas, los cuales se describen en la siguiente tabla, de acuerdo a los años de fabricación.

Tabla 2: Características de los Equipos y Ubicación en el ámbito del Callejón de Huaylas

Equipos	Cantidad	Antigüedad (año de fabric.)	Capacidad	Origen y marca	Ubicación de Equipos
Transformadores de potencia generadores de energía eléctrica en desuso.	1	1930	25 KW	U.S.A.	01 en el botadero de residuos sólidos del distrito de Huaylas
	3	1966	500 KVA	Alemania AEG (Divisions in Germany)	01 en la Zona urbana del distrito de Ticapampa. 02 en el botadero de residuos sólidos del distrito de Huaylas
Transformadores de potencia y de distribución en uso	1	1965	54 KVA	MEZ FRENSTAT CZECHOSLOV AKIA	01 en el Hospital de Apoyo del distrito de Caraz
	2	2000	30 y 20 KVA	EE.UU.	05 en el Hospital de Apoyo del distrito de Huaraz
Equipos calderos en uso	3	Sin datos	120 BHP	EE.UU.	
Condensadores en uso	8	1985 - 2010	220 v. a 250v.	EE.UU.	04 en el Almacén exterior del distrito de Huaylas 04 en el Hospital de Apoyo del distrito de Huaraz.
Transformador de potencia generador de energía eléctrica en uso	1	2012	320 KVA	EE.UU.	01 en el Hospital de Apoyo del distrito de Huaraz
Total	19				

Se realizó la visita a los cuatro (04) lugares; de las cuatro localidades revisadas y evaluadas, y de acuerdo a los resultados del Inventario Nacional de Bifenilos Policlorados realizado en el

año 2006 por la DIGESA y otras entidades responsables; se realizó el muestreo y análisis del aceite dieléctrico del transformador de Ticapampa, debido a su antigüedad y a la conservación de dicho fluido dieléctrico en el equipo generador de energía. Para el presente estudio se utilizó el US EPA SW- 846 Method 9079 con el kit CLOR-N-OIL 50², debido a que es económico y de una buena confiabilidad; durante el análisis la solución no presentó un color púrpura, en este caso la solución tuvo un color amarillo, por lo que se confirma que el aceite tenía más de 50 ppm de PCBs, esto de acuerdo a la metodología de análisis del test TCLP (“Toxicity Characteristic Leaching Procedure”) de la EPA (Environmental Protection Agency); además, en dicho análisis se ha podido identificar que es Askarel o denominado también Aroclor; asimismo, cabe mencionar que las pruebas con el kit CLOR-N-OIL 50 se realizaron con los técnicos de la DIGESA, quienes conformaron el equipo de apoyo para dichos resultados.

Concentraciones de los PCBs presentes en equipos que se encuentran en el Callejón de Huaylas

Equipo generador de energía eléctrica en el Distrito de Ticapampa: Un transformador en desuso de acuerdo al registro del año y la empresa de fabricación del equipo presentaba aceite dieléctrico, por lo que se procedió a realizar el análisis de laboratorio, el resultado fue que la solución tuvo un color amarillo, lo cual confirma que este equipo contenía una concentración de más de 50 ppm de PCBs, con lo que se corrobora que el aceite dieléctrico usado en el equipo contiene PCBs. Los demás equipos ya no contaban con aceite dieléctrico.

Equipo generador de energía eléctrica en el Distrito de Huaraz: Los transformadores en uso contenían aceites de generación actual, no se realizó muestreo alguno debido a que dichos aceites ya no tienen contenidos de PCBs, esto al haber sido prohibido desde el año 1983 conforme a lo establecido en las Directrices del Convenio de Estocolmo (PNUMA, 2011).

Equipo generador de energía eléctrica en el Distrito de Caraz- Huaylas: Uno de los transformadores ubicado en el Hospital de Caraz, si contenía aceite dieléctrico con PCBs debido al registro

² El kit CLOR-N-OIL 50 cumple con la EPA SW-846 método 9079 que se basa en una reacción química para verificar el nivel de cloro presente en la mezcla de acuerdo con un nivel prefijado por colores.

del año y la empresa de fabricación del equipo. Los demás equipos encontrados ya no contenían aceite dieléctrico por estar en mantenimiento, y el otro cuenta con aceite dieléctrico de nueva generación, por lo que no se realizó ningún muestreo de acuerdo a lo indicado en las Directrices del Convenio de Estocolmo (PNUMA, 2011).

Impactos al Ambiente en el Callejón de Huaylas

Los impactos al ambiente y a la salud pública por Bifenilos Policlorados PCBs en el Callejón de Huaylas- Región Ancash, han sido determinados en la siguiente matriz:

Tabla 3: Matriz de Aspectos e Impactos Ambientales

MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES																	
PROCESO	ACTIVIDAD	CONDICIÓN DE OPERACIÓN			ASPECTO AMBIENTAL ASOCIADO	IMPACTO AMBIENTAL			VALORACION DE IMPACTOS								
		N	AN	E		IMPACTO GENERADO	DESCRIPCIÓN	RECURSO AFECTADO	CARÁCTER (+) O (-)	PROBABILIDAD P	DURACION D	MAGNITUD M	AREA DE INFLUENCIA I	RECUPERABILIDAD R	IMPORTANCIA INTERNA II	VALORACION TOTAL	SIGNIFICANCIA
OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL: Equipos eléctricos: transformadores y condensadores antiguos	Generación de energía eléctrica por equipos que funcionan con combustibles líquidos derivados del petróleo.			X	Sistema Físico Agua Superficial Agua Subterránea Calidad del agua Hidrología Áreas Hidromórficas	CONTAMINACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO	Liberaciones accidentales o por derrame al ambiente de PCBs y contaminantes asociados a través de fugas y goteo de los compartimentos de PCBs sellados, durante el uso y funcionamiento de transformadores y condensadores.	AGUA	-	Alta	Alta	Alta	Regional	Irrecuperable	Alta	60	Significativo
				X		CONTAMINACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO Y FAUNA	Descargas de desperdicios cargados de PCBs en ríos y arroyos que tienden a concentrarse y adherirse en sedimentos y partículas orgánicas, y pueden ser tomados por organismos acuáticos y peces, asimismo son persistentes a la degradación, y como consecuencia se produce la bioacumulación (descargas en el río Santa u otras fuentes de agua)	AGUA FAUNA	-	Alta	Alta	Alta	Regional	Recuperable	Alta	55	Significativo
				X		CONTAMINACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO	Derrame de hidrocarburos y alteración del ciclo hidrológico.	AGUA	-	Alta	Alta	Alta	Regional	Recuperable	Alta	55	Significativo
				X		CONTAMINACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO	Debido a la baja solubilidad, permiten el transporte de los PCBs, por derrames o fugas de aceites e hidrocarburos, mediante la precipitación pluvial, por escorrentía superficial.	AGUA	-	Alta	Alta	Alta	Regional	Recuperable	Alta	55	Significativo
	Generación y funcionamiento de equipos generadores de energía que cuentan con aceite PCBs como fluidos dieléctricos (aceite refrigerante y aislante).			X	Aire: Calidad Temperatura Clima	CONTAMINACIÓN DEL AIRE	Contaminación Atmosférica, debido a la semivolatilidad, permiten el transporte de los PCBs por el aire.	AIRE	-	Alta	Alta	Alta	Regional	Irrecuperable	Alta	60	Significativo
				X		CONTAMINACIÓN DEL AIRE	Emisión de gases a la atmósfera, debido al producto de combustión y derivados del uso de aceite dieléctrico.	AIRE	-	Alta	Alta	Alta	Regional	Irrecuperable	Alta	60	Significativo
			X			CONTAMINACIÓN DEL AIRE	Emisión de polvo en los caminos de tierra, olores, generación de calor, ruido (contaminación sonora), radiaciones electromagnéticas.	AIRE	-	Alta	Medio	Alta	Puntual	Reversible	Alta	37	Significativo
				X		CONTAMINACIÓN DEL SUELO	Contaminación atmosférica por quema de combustibles	AIRE	-	Baja	Alta	Alta	Regional	Reversible	Alta	42	Significativo

Impactos al ambiente y a la salud pública por Bifenilos Policlorados PCBs en el Callejón de Huaylas - Región Ancash

OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL: Equipos eléctricos: transformadores y condensadores antiguos				X	Suelo: Factores físicos: textura y permeabilidad Propiedades físicas, químicas y biológicas. Uso de suelo Material de construcción Alteración de cubierta	CONTAMINACIÓN DEL SUELO	Eventuales derrames o fugas de aceite dieléctrico, ocasionan contaminación del suelo y dependiendo del grado de permeabilidad de los mismos se puede producir la contaminación de aguas subterráneas. La contaminación de suelos por PCBs, por lo general es casi permanente.	SUELO	-	Baja	Alta	Alta	Puntual	Reversible	Alta	33	Significativo	
				X		CONTAMINACIÓN DEL SUELO	Contaminación de suelo por adsorción debido a sedimentos contaminados con PCBs.	SUELO	-	Baja	Alta	Medio	Puntual	Reversible	Alta	28	No significativo	
			X			CONTAMINACIÓN DEL SUELO	Contaminación de suelo debido a la inadecuada disposición final de residuos peligrosos y/o especiales contaminados con PCB's (trapos, contaminación de EPP, envases de plástico, residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, lámparas, materiales de empaques, cables de cobre, etc)	SUELO	-	Alta	Alta	Alta	Puntual	Reversible	Alta	42	Significativo	
			X			CONTAMINACIÓN DEL SUELO	Pérdida de acceso al suelo.	SUELO	-	Baja	Alta	Alta	Puntual	Irrecuperable	Alta	42	Significativo	
		X				CONTAMINACIÓN DEL SUELO	Revalorización de suelos.	SUELO	+	Baja	Medio	Medio	Puntual	Recuperable	Alta	27	No significativo	
		X				CONTAMINACIÓN DEL SUELO	Generación de residuos sólidos domésticos provenientes de las operaciones con uso de PCB's (papeles, botellas plásticas, bolsas plásticas, etc.)	SUELO	-	Alta	Alta	Alta	Puntual	Irrecuperable	Alta	51	Significativo	
			X			CONTAMINACIÓN DEL SUELO	Inadecuada disposición final de equipos conteniendo PCBs.	SUELO	-	Alta	Medio	Alta	Puntual	Recuperable	Alta	41	Significativo	
OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL: Equipos eléctricos: transformadores y condensadores antiguos	Generación y funcionamiento de equipos generadores de energía que cuentan con aceite PCBs como fluidos dieléctricos (aceite refrigerante y aislante).	X			Tierra Uso del suelo y espacio público Tenencia Valorización	MODIFICACIÓN EN EL ESPACIO URBANO	Modificación catastral	SUELO	-	Baja	Medio	Baja	Puntual	Reversible	Medio	14	No significativo	
		X			MODIFICACIÓN EN EL ESPACIO URBANO	Cantidad de terreno que ocupa las instalaciones la sala de equipos generadores de energía.	SUELO	-	Baja	Medio	Medio	Puntual	Reversible	Medio	18	No significativo		
				X		Sistema Biológico Flora: Vegetación arbórea, arbusativa y herbácea Fauna	CONTAMINACIÓN DE FLORA Y FAUNA	Contaminación de flora y fauna por químicos derivados de PCB's	FLORA Y FAUNA	-	Baja	Alta	Alta	Puntual	Recuperable	Alta	37	Significativo
			X		CONTAMINACIÓN DE FLORA	Transferencia de los PCBs del suelo a la vegetación debido a la adsorción en la superficie externa de las plantas terrestres.	FLORA	-	Baja	Alta	Alta	Puntual	Recuperable	Alta	37	Significativo		
				X		CONTAMINACIÓN DE FLORA Y FAUNA	Bioconcentración, bioacumulación y biomagnificación de bajos niveles ambientales de PCBs a altos niveles (de animales a humanos).	FLORA Y FAUNA	-	Baja	Alta	Alta	Puntual	Irrecuperable	Alta	42	Significativo	
				X		CONTAMINACIÓN DE FLORA Y FAUNA	Causan efectos adversos o tóxicos en organismos expuestos a estas sustancias.	FLORA Y FAUNA	-	Baja	Alta	Alta	Puntual	Irrecuperable	Alta	42	Significativo	
OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL: Equipos eléctricos: transformadores y condensadores antiguos	Movilización de Equipos y Personas Aparatos que pueden aumentar o disminuir el nivel de voltaje de una corriente eléctrica, y pueden ser de diversos tamaños y potencias.		X		Paisaje Ecosistema terrestre Ecosistema acuático Ecosistema aéreo	CONTAMINACIÓN PAISAJÍSTICA	Alteración estética adversa ante la presencia de la sala de equipos generadores de energía instalados muy cerca de la ciudad.	PAISAJE	-	Baja	Medio	Baja	Puntual	Reversible	Medio	14	No significativo	
		X			CONTAMINACIÓN PAISAJÍSTICA	Pérdida de naturalidad del paisaje	PAISAJE	-	Baja	Medio	Baja	Puntual	Reversible	Medio	14	No significativo		
		X			Sistema Socioeconómico Infraestructura Establecimiento de sistema de saneamiento.	AFECTACIÓN DE SERVICIOS BÁSICOS	Mejorar la prestación de servicios básicos.	SERVICIOS BÁSICOS	-	Baja	Medio	Baja	Puntual	Reversible	Medio	14	No significativo	
		X			AFECTACIÓN AL SISTEMA ENERGÉTICO	Mejoramiento del sistema eléctrico.	ENERGÉTICO	+	Baja	Medio	Baja	Puntual	Reversible	Medio	14	No significativo		
		X			IMPACTO DEL SISTEMA SOCIOECONÓMICO	Minimización del riesgo de alteración del sistema socioeconómico.	SOCIOECONÓMICO	-	Baja	Medio	Baja	Puntual	Reversible	Medio	14	No significativo		
		X			Población Humana Modificaciones al estilo de vida tradicional, bienestar, salud y seguridad. Alteración de	IMPACTO EN LA COMUNIDAD	Mejora de la calidad de vida de las personas.	COMUNIDAD	+	Baja	Medio	Baja	Puntual	Reversible	Medio	14	No significativo	
	X			IMPACTO EN LA COMUNIDAD	Generación y abastecimiento de energía eléctrica a la población.	COMUNIDAD	+	Baja	Medio	Baja	Puntual	Reversible	Baja	10	No significativo			

energía que cuentan con aceite PCBs como fluidos dieléctricos (aceite refrigerante y aislante).		X		actividades económicas tradicionales Población que vive cercanos a las instalaciones de los equipos generadores de energía eléctrica. Afectación de espacios	IMPACTO EN LA COMUNIDAD	Efectos sobre la salud por inhalación, ingestión o a través de la piel de los aceites dieléctricos.	COMUNIDAD	-	Baja	Media	Alta	Puntual	Recuperable	Alta	32	Significativo	
		X			IMPACTO EN LA COMUNIDAD	Riesgo de seguridad de la población servida y quejas de la comunidad	COMUNIDAD	-	Baja	Media	Alta	Puntual	Recuperable	Baja	23	No significativo	
		X			IMPACTO EN LA COMUNIDAD	Molestia a la población por gases, ruidos y vibraciones.	COMUNIDAD	-	Media	Media	Baja	Puntual	Reversible	Media	18	No significativo	
			X		IMPACTO EN LA COMUNIDAD	Productos alimenticios contaminados con PCBs. (pescado, carne, leche, verduras, etc.) (contaminación directa o indirecta)	COMUNIDAD	-	Baja	Alta	Alta	Local	Recuperable	Media	36	Significativo	
OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL: Equipos eléctricos: transformadores y condensadores antiguos	Generación de energía eléctrica por equipos que funcionan con combustibles líquidos derivados del petróleo. Movilización de Equipos y Personas Mantenimiento periódico (cambio de aceite, etc., y algunos accesorios)	X		Socioeconomía Población del lugar	IMPACTO EN LA COMUNIDAD	Generación de empleo.	COMUNIDAD	+	Media	Baja	Media	Local	Reversible	Baja	18	No significativo	
		X			IMPACTO EN LA COMUNIDAD	Generación de renta per cápita.	COMUNIDAD	+	Media	Baja	Media	Local	Reversible	Baja	18	No significativo	
		X			IMPACTO EN LA COMUNIDAD	Beneficios económicos locales.	COMUNIDAD	+	Media	Baja	Media	Local	Reversible	Baja	18	No significativo	
		X			IMPACTO EN LA COMUNIDAD	Mayor consumo de energía.	COMUNIDAD	+	Media	Baja	Media	Local	Reversible	Baja	18	No significativo	
		X			IMPACTO EN LA COMUNIDAD	Aprovechamiento y reutilización del recurso.	COMUNIDAD	+	Media	Baja	Media	Local	Reversible	Baja	18	No significativo	
	Movilización de Equipos y Personas Mantenimiento periódico (cambio de aceite, etc., y algunos accesorios) Riesgo de accidentes		X		Personal Técnico: Personal de operación y mantenimiento de los equipos eléctricos.	AFECCIÓN A LAS PERSONAS QUE TRABAJAN CON APARATOS DE PCB'S	Accidentes laborales durante la operación y mantenimiento de la planta.	PERSONA	-	Media	Media	Alta	Puntual	Recuperable	Media	31	Significativo
			X			AFECCIÓN A LAS PERSONAS QUE TRABAJAN CON APARATOS DE PCB'S	Exposición (vía dérmica y vía respiratoria) a cantidades significativas de PCBs durante el trabajo.	PERSONA	-	Media	Media	Alta	Puntual	Recuperable	Media	31	Significativo
			X			AFECCIÓN A LAS PERSONAS QUE TRABAJAN CON APARATOS DE PCB'S	Accidentes laborales ocasionados por la acumulación de gases en los ambientes laborales u otros espacios cerrados.	PERSONA	-	Media	Media	Alta	Puntual	Recuperable	Media	31	Significativo
			X			AFECCIÓN A LAS PERSONAS QUE TRABAJAN CON APARATOS DE PCB'S	Manipulación inadecuada de materiales y sustancias químicas.	PERSONA	-	Media	Media	Alta	Puntual	Recuperable	Media	31	Significativo
			X			AFECCIÓN A LAS PERSONAS QUE TRABAJAN CON APARATOS DE PCB'S	Generación de residuos sólidos contaminados con sustancias químicas peligrosas.	PERSONA	-	Media	Media	Alta	Puntual	Recuperable	Media	31	Significativo
OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL: Equipos eléctricos: transformadores y condensadores antiguos	Generación y funcionamiento de equipos generadores de energía que cuentan con aceite PCBs como fluidos dieléctricos (aceite refrigerante y aislante). Movilización de Equipos y Personas Mantenimiento periódico (cambio de aceite, etc., y algunos accesorios) Riesgo de accidentes		X	Sistema Ecológico Zona Urbana Vecindario	AFECCIÓN AL SISTEMA ECOLÓGICO	Peligro a la salud pública por la presencia e instalación de la sala o local de máquinas generadores de energía eléctrica.	COMUNIDAD	-	Media	Media	Alta	Local	Recuperable	Alta	40	Significativo	
					X	AFECCIÓN AL SISTEMA ECOLÓGICO	Peligro y riesgo a la salud pública y ocupacional debido al derrame y/o acumulación de aceites dieléctricos o hidrocarburos cerca al lugar de la generación de energía eléctrica.	COMUNIDAD	-	Media	Media	Alta	Local	Recuperable	Alta	40	Significativo
			X			AFECCIÓN AL SISTEMA ECOLÓGICO	Peligro a la salud pública por aumento y disminución de voltaje durante la generación y funcionamiento del sistema.	COMUNIDAD	-	Media	Media	Alta	Local	Recuperable	Alta	40	Significativo
			X			AFECCIÓN AL SISTEMA ECOLÓGICO	Accidentes ante choques, volcaduras, incendios y otros eventos de vehículos que trasladan materiales, equipos e insumos para los generadores de energía eléctrica. Aumento en la probabilidad de accidentes.	COMUNIDAD	-	Media	Media	Alta	Local	Recuperable	Alta	40	Significativo
		X				AFECCIÓN AL SISTEMA ECOLÓGICO	Afección sensorial por ruido, por radiación electromagnética al exponerse cerca de los equipos eléctricos y trabajos de generación de energía eléctrica o fallas en el proceso de generación.	COMUNIDAD	-	Media	Media	Alta	Local	Recuperable	Alta	40	Significativo
					X	AFECCIÓN AL SISTEMA ECOLÓGICO	Productos alimenticios contaminados con PCBs. (pescado, carne, leche, verduras, etc.) (contaminación directa o indirecta)	COMUNIDAD	-	Baja	Alta	Alta	Local	Recuperable	Alta	41	Significativo

Los resultados más resaltantes de la matriz anterior fueron la contaminación al suelo, agua y aire de los ámbitos estudiados.

De acuerdo a la encuesta realizada a los 16 trabajadores (técnicos sanitarios y mecánicos de las entidades en estudio), de cómo y dónde se disponían los residuos líquidos y sólidos de los equipos después de haber realizado el mantenimiento correspondiente; respondieron, que para el caso de los residuos líquidos, ellos los disponían en recipientes de plástico para luego ser reusado como lubricante para otros equipos, pero muchas veces cuando se mezclaban con agua u otro residuo los disponían directamente al alcantarillado sanitario o desagüe, o en otros casos se vertían a la intemperie; en este caso las aguas residuales de la red de desagüe de las ciudades se vierten al Río Santa, sin tratamiento alguno, contaminando de esta forma al río. Con respecto a los residuos sólidos como waypes, trapos, virutas, arena, recipientes, cartones, papeles y escombros mezclados con aceites e hidrocarburos, los técnicos recuerdan haberlos desechado como residuos comunes, es decir conjuntamente con los residuos domésticos, y otras ocasiones, estos se quemaban con los residuos de cartones y papeles; cabe mencionar que dichos residuos también se disponían muchas veces a botaderos ubicados en los márgenes del Río Santa y a otros lugares como en botaderos de residuos ubicados en el distrito de Ticapampa, botadero de la provincia de Caraz y al botadero del distrito de Huaylas.

Impactos a la Salud Pública por PCBs en el Callejón de Huaylas

Según las encuestas realizadas a los operadores de los equipos generadores de energía en los lugares determinados, se obtuvo los siguientes resultados:

La mayor parte de los funcionarios son Personal Técnico Sanitario que está a cargo de los equipos generadores de energía, están abocados a la operación y mantenimiento del mismo, por tanto, están más expuestos a los PCBs, en forma directa y en segundo lugar el Personal Mecánico, que también al momento de realizar reparaciones y mantenimiento en general están expuestos a lo mismo.

Ninguno de los trabajadores tiene conocimiento de que alguna vez se haya realizado prueba alguna para identificar el contenido o no de los PCBs en los equipos que operan, además no cuentan con registro de las veces que han realizado mantenimiento a los equipos que estaban

a cargo, tampoco conocían el riesgo a los que estaban expuestos por el tipo de aceite dieléctrico.

La mayoría del personal que labora en los diversos establecimientos públicos tienen más de 5 años de trabajo, asimismo se pudo observar los problemas con respecto al uso de los Equipos de Protección Personal (EPP). Asimismo, la mayoría de los trabajadores desconocían la forma apropiada para la operación y mantenimiento de los mismos, y en otros casos no se le daba la importancia debida, probablemente por el desconocimiento, desatención de su labor y los riesgos potenciales, además de no reportar los eventos que ocurrían en los lugares de trabajo.

Entre los eventos más comunes ocurridos en los lugares de trabajo con equipos que contenían PCBs se tienen: accidentes laborales, derrames o fugas e incendios en los lugares de trabajo; además de la afectación a la salud en los trabajadores y en muchas ocasiones no se sabía la causa u origen del malestar. Dichas afecciones eran atendidas en los centros de salud de su localidad; sin embargo no se tiene reporte ni registro alguno, pero sí testimonio del exdirector del Hospital de Apoyo de Recuay, experto en la medicina oncológica y general, el Dr. Walter Moscol Riofrio, quien ha laborado en los Hospitales de Apoyo de Recuay y de Huaraz por más de 45 años, quien refiere y da testimonio de haber tratado a muchos pacientes con diversos problemas de salud, entre ellos trabajadores operadores, maquinistas y técnicos de la Compañía Minera Alianza S.A. Entre los pacientes que el médico especialista manifiesta haber atendido eran pacientes de la Minera, con síntomas de intoxicación, inhalación, parálisis de miembros superiores, pérdida de memoria, entre otros, que podrían haber sido causados por el contacto con productos químicos, el mismo trabajo en minería, entre otros. Asimismo el médico recuerda que los pacientes que eran trabajadores y operadores de los equipos eléctricos que arribaban a los hospitales locales, eran derivados a la clínica de Lima, por la gravedad del caso, debido a que dichos nosocomios locales no contaban con equipos adecuados, instrumentos, ni medicamentos para este tipo atenciones; también manifestó que en esos años no se tenían registros ni formatos adecuados para anotar dichos eventos, por lo que la mayoría de los registros que se tenían eran hojas sueltas, luego eran desechados con los residuos comunes y finalmente quemados en dichos establecimientos de salud.

DISCUSIÓN

De los equipos generadores de energía como transformadores, condensadores, calderos entre otros identificados en los 04 lugares de estudio, la mayoría de estos son antiguos, es decir fueron fabricados en los años 1930, 1960 y 1970. Se desconoce si hay algún programa de recuperación o de disposición final adecuada para los residuos líquidos y sólidos con contenidos de PCBs., además del almacenamiento de los equipos en desuso. Asimismo, se debe tener en cuenta, que el Proyecto de “Manejo y Disposición Ambientalmente Racional de PCB en el Perú”, indica que los transformadores o condensadores fabricados antes de 1979 en Norteamérica y antes de 1983 en Europa, contienen Askarel es decir PCBs (Mendoza, 2013).

La metodología usada para determinar la presencia de PCBs en el transformador de energía eléctrica ubicada en la zona urbana del distrito de Ticapampa de la provincia de Recuay, fue el Kit Clor-N-Oil 50 de la Compañía Dexsil® US EPA SW-846 Method 9079 y según los técnicos expertos de DIGESA se confirmó la existencia de Askarel denominado también Aroclor en el equipo evaluado. Al igual que lo indicado en la tesis titulada “Implementación de un Plan de Manejo Ambiental para la Manipulación de Transformadores en el Área de Concesión de la Cnel Regional el Oro” desarrollada por el Ing. Guilber Arturo Añazco Loayza, en Guayaquil Ecuador, donde se usó la misma metodología, que es el Kit Clor-N-Oil 50, para determinar la presencia o no de Bifenilospoliclorados - PCBs en transformadores durante el año 2012 (Añazco, 2013). Lo indicado, concuerda con el presente estudio realizado el año 2014; donde se obtuvo los mismos resultados cualitativos por colorimetría, pero en el caso del ingeniero Añazco, pudo evaluar a 800 pruebas de transformadores generadores de energía; por lo que él sugiere trabajar con este método para realizar análisis en la mayor cantidad de equipos por la rapidez y bajo costo, a la vez para desarrollar un plan de manejo de los mismos, con la finalidad de determinar cuántos transformadores contienen aceites dieléctricos contaminados con PCBs mayores a 50 ppm y qué porcentaje no representan peligro, con ello se podrá tomar medidas de prevención y mitigar los impactos negativos, así como su manejo y disposición final apropiada. Los resultados del estudio, también se ajustan a lo indicado por el Ing. Marco Antonio Morales Abril, quien en su tesis titulada “Tema de Estudio de Caso: Identificación de PCBs en Transformadores de Distribución. Parroquia la

Providencia, Cantón Machala” del año 2016, analizó 121 transformadores con el Kit Clor-N-Oil 50, obteniendo que 12 transformadores estaban contaminados con PCBs, es decir el 10 % de la muestra, los resultados tuvieron como finalidad desarrollar un plan de abandono, almacenamiento y disposición final de aceites, equipos y desechos contaminados (Morales, 2016).

De lo manifestado por los trabajadores, se corroboró que no habían recibido charlas de capacitación sobre los riesgos y peligros de los aceites dieléctricos o refrigerantes al que estaban expuestos. Además, manifestaron desconocer el contenido de los aceites, sin percatarse que ello puede implicar distintos riesgos.

Los equipos como transformadores y condensadores no cuentan con ambientes apropiados para su disposición, lo que puede generar un riesgo e impactar de manera negativa a la salud y el ambiente. En la zona de Ticapampa se identificó un transformador con presencia de PCBs, el cual se encuentra en la vía pública. En el Hospital de Apoyo de Huaraz, los transformadores han sido desechados o tienen aceites de generación actual que ya no contienen PCBs. Asimismo, hay equipos que están en funcionamiento, como es el caso del transformador en el Hospital de Caraz, que por versiones del personal ya desecharon el aceite original y en el caso del equipo de la Municipalidad Distrital de Huaylas, fue dispuesto en su botadero municipal. En general, no existen protocolos de prevención para el mantenimiento de estos transformadores; además, los residuos líquidos y sólidos que generan estos equipos se disponen de forma inadecuada.

CONCLUSIONES

De la investigación realizada en el ámbito del Callejón de Huaylas, se identificaron distintos equipos como condensadores, transformadores y calderos de los cuáles se realizó la identificación y evaluación de un transformador que contenía aceite dieléctrico, ubicado en la zona urbana del distrito de Ticapampa, con la prueba con el Kit Clor-N-Oil 50 de la Compañía Dexsil®, se logró determinar más de 50 ppm de PCBs (Askarel o Aroclor).

En el caso de los impactos a la salud, se ha podido verificar, que todos los trabajadores (operadores y mecánicos) que laboran y han laborado directamente con los equipos, no cuentan con equipos de protección personal (EPPs), tampoco cuentan con un control médico, ni registro del mismo; manifestando tener problemas de salud. A esto se añade los múltiples accidentes que han ocurrido en la sala de maquinarias, los cuáles no fueron reportados a los responsables de las entidades. En general, los trabajadores, desconocen del riesgo a la salud y ambiente al que estaban y están expuestos.

Con respecto a los impactos que se ocasionan al ambiente, los mismos operadores y mecánicos de dichos equipos, manifiestan no tener documento alguno que les indique la disposición adecuada a seguir de los residuos (sólidos y líquidos), ni tampoco se cuenta con un área específica para su almacenamiento. En muchas ocasiones al realizar el cambio de aceite, estos eran recolectados en cualquier recipiente y los disponían para otros usos, como para aceitar y limpiar equipos menores, entre otros; y si estos aceites ya no servían (o se contaminaban con tierra, aserrín, cartones, etc.), se disponían conjuntamente con los residuos líquidos al sistema de alcantarillado sanitario, en donde los residuos líquidos se evacuaban en forma directa a la red de la ciudad, para finalmente llegar al Río Santa, sin tratamiento alguno. Asimismo, se pudo observar que los residuos sólidos, como cartones, trapos, papeles, plásticos contaminados con estos aceites, se disponían conjuntamente con los residuos sólidos comunes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Añazco, G. 2013. *Implementación de un plan de manejo ambiental para la manipulación de transformadores en el área de Concesión de la Cnel Regional El Oro*. Universidad de Guayaquil, Ecuador. <<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/12025>> [Consultada: 05-02-2020].

CONAM; DIGESA ; SENASA. 2006. «Inventario Nacional de Bifenilos Policlorados. Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo sobre los contaminantes orgánicos persistentes en el Perú». Proyecto GEF/PNUMA N.º GFL-2328 - 2761- 4747. Vol. 1; N.º 1. <<http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/1713.pdf>> [Consultada: 08-02-2020].

- DIGESA. 2017a. «Guía para el manejo ambientalmente racional de existencias y residuos de bifenilos policlorados (PCB)». Proyecto “Manejo y disposición ambientalmente racional de bifenilos policlorados”. Vol. 1; N.º 1. <<http://www.digesa.minsa.gob.pe/DCOVI/GUIA-PCB.pdf>> [Consultada: 12-10-2019].
- DIGESA. 2017b. «Muestreo y análisis de bifenilos policlorados en agua en ciudades priorizadas en el Perú». Proyecto “Manejo y disposición ambientalmente racional de bifenilos policlorados”. Vol. 1; N.º 1. <<https://minpetel.com/wp-content/uploads/2020/08/VERSION-IMPRESA-INFORME-DEL-AGUA-PCB.pdf>> [Consultada: 12-10-2019].
- Mendoza, M. 2013. *Estrategia para la Gestión Ambientalmente Racional de Bifenilos Policlorados (PCB) en el Perú, consideraciones ambientales y tecnológicas*. Tesis de grado. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/5454/MENDOZA_ZEGARRA_MARIO ESTRATEGIA GESTION.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [Consultada: 23-04-2020].
- Morales, M. 2016. *Estudio de caso: Identificación de PCBs en transformadores de distribución, Parroquia La Providencia, Cantón Machala*. Universidad de Guayaquil, Ecuador. <<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/14841>> [Consultada: 12-05-2020].
- PNUMA. 2002. «Transformadores y condensadores con PCB: desde la gestión hasta la reclasificación y eliminación. In Programa Interinstitucional para la gestión racional de las sustancias químicas». Vol. 1; N.º 1. <<https://fdocuments.ec/document/transformadores-y-condensadores-con-pcb-desde-chmpopsintportals0-dunep-pops-pcb.html?page=1>> [Consultada: 22-11-2019].
- PNUMA. 2011. *Directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de desechos consistentes en los plaguicidas aldrina, clordano, dieldrina, endrina, heptacloro, hexaclorobenceno (HCB), mirex o toxafeno o HCB como producto químico industrial, o que los contengan o estén contaminados con ellos*. Convenio de Estocolmo- 10 Aniversario, Secretaría del Convenio de Estocolmo. <<https://sinia.minam.gob.pe/documentos/directrices-tecnicas-manejo-ambientalmente-racional-desechos>> [Consultada: 06-01-2020].
- UNEP. 1999. «Directrices para la Identificación de PCB y materiales que contengan PCB». Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Vol. 1; N.º 1: 1-104.

Impactos al ambiente y a la salud pública por Bifenilos Policlorados PCBs en el Callejón de Huaylas - Región Ancash

<https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/208/PNUMA_Informe_Anual_de_Evaluación_2000.ES.pdf?sequence=3&isAllowed=y> [Consultada: 06-11-2019].

Fecha de recepción: 19/08/22

Fecha de aceptación: 28/09/22

Correspondencia

Gerardo Fausto Norabuena Maguiña

gnorabuenam@unasam.edu.pe