

UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
ÁREA CIENCIAS BIOLÓGICAS Y NATURALES
CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL



**EFFECTO PRODUCIDO POR LAS PILAS EN DESUSO EN LA CIUDAD DE
COBIJA DEL DEPARTAMENTO DE PANDO**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIATURA
INGENIERO AMBIENTAL**

Autor: Mónica Soto Antelo

Tutor: Víctor Hugo Inchausty

Cobija-Pando-Bolivia

2021

UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
ÁREA CIENCIAS BIOLÓGICAS Y NATURALES
CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL

**EFECTO PRODUCIDO POR LAS PILAS EN DESUSO EN LA CIUDAD DE
COBIJA DEL DEPARTAMENTO DE PANDO**

Tesis de Grado sometida a consideraciones de la Universidad Amazónica de Pando,
Área de Ciencias Biológicas y Naturales, Carrera Ingeniería Ambiental

Requisito para optar al grado de:

Licenciatura Ingeniero Ambiental

Por:

Mónica Soto Antelo

COBIJA-PANDO-BOLIVIA

HOJA DE APROBACIÓN

Firmantes:

Msc. Lic. Nancy Acuña Álvarez
DIRECTORA ÁREA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y NATURALES

Ing. Erika Roxana Navarro Arroyo
TRIBUNAL

Lic. Benicia Becerra Bautista
TRIBUNAL

Ing. Jorge Azad Ayala
TRIBUNAL

Dr. Víctor Hugo Inchausty
TUTOR

Univ. Mónica Soto Antelo
POSTULANTE

Dedicatoria

Quiero de manera muy especial dedicar este trabajo con todo mi cariño y mi amor a mi familia sobre todo a mis padres: Rosauro Soto y Verónica Antelo, gracias por apoyarme siempre en mis estudios y enseñarme todo lo mejor de ustedes.

Agradecimientos

A Dios, por ser el motivo de tanta gracia en mi vida, por darme el valor necesario para caminar hacia esta preciada meta.

A esas amistades de buena voluntad que me dieron la mano cuando sentía que el camino se terminaba, gracias por motivarme a lograr mi sueño de concluir la carrera.

A la Universidad Amazónica de Pando, por acogerme estos años y permitir mi formación profesional.

A mis docentes, por haberme nutrido de conocimientos y experiencias durante mi formación.

RESUMEN

El derrame de metales pesados como el mercurio, plomo y cadmio, producto de la mala disposición de las pilas desechadas sin medidas adecuadas, ocasionan daño ambiental en los suelos y afluentes de agua alcanzando a la vida vegetal, animal y humana causando trastornos irreversibles y permanentes.

La presente investigación se realizó en el área urbana de la ciudad, específicamente en el Municipio de Cobija (Bolivia) en el periodo comprendido entre septiembre de 2019 y junio de 2020 y ha permitido evidenciar la falta de hábitos, de prácticas de reciclaje y clasificación de la basura en nuestra población, además del desconocimiento sobre la toxicidad y peligro que representa desechar las pilas sin ninguna precaución ni cuidado. La ausencia de rellenos sanitarios que estén adecuados para residuos peligrosos y de una empresa encargada de su tratamiento final, incrementan el peligro de daño ambiental en Pando. El objetivo general fue evaluar el Impacto Ambiental producido por las pilas desechadas sin medidas ambientales, además de estimar el volumen por mes, el nivel de contaminación acumulada por la disposición inadecuada, el nivel de conocimiento de la población frente al impacto ambiental y proponer medidas de mitigación y minimización de su uso.

En la elaboración del trabajo de investigación se utilizó el método deductivo, que permitió comparar experiencias similares para deducir los resultados y consecuencias en nuestro departamento y el método analítico mediante un estudio crítico del volumen de generación y el tiempo de degradación y el impacto ambiental que ocasionan estos residuos peligrosos en el Municipio de Cobija.

Se concluyó confirmando la falta de información de la población, la ausencia de rellenos sanitarios, la mala disposición de desechos tóxicos, el efecto acumulativo y el alto nivel de contaminación ambiental producida por la gran cantidad de pilas que son desechadas mensualmente en nuestro departamento, con afectación en la salud de la población

ABSTRACT

The spillage of heavy metals such as mercury, lead and cadmium, product of the poor disposal of batteries discarded without adequate measures, causes environmental damage in soils and water, reaching plant, animal and human life causing irreversible and permanent disorders, since heavy metals never degrade.

This research was carried out in the urban area of the city, of Cobija (Bolivia) between September 2019 and June 2020. The study had revealed the lack of habits, recycling practices and garbage classification in our population, in addition to the ignorance about the toxicity and danger of disposing of batteries without any precaution or care. The absence of sanitary landfills that are suitable for hazardous waste and of a company in charge of its final treatment, increase the risk of environmental damage in Pando. The general objective was to evaluate the Environmental Impact produced by the batteries disposed of without environmental measures, in addition to estimating the volumes per month, the level of pollution accumulated by improper disposal, the level of knowledge of the population regarding the environmental impact and proposing measures of mitigation and minimization of its use.

In this research, the deductive method was used, which allowed us to compare similar experiences to deduce the results and consequences in our department, and the analytical method through a critical study of the generation volume and the degradation time and the environmental impact caused by these hazardous wastes in the Municipality of Cobija.

It was concluded by confirming the lack of information by the population, the absence of sanitary landfills, the poor disposal of toxic waste, the cumulative effect and the high level of environmental pollution produced by the large number of batteries that are disposed of monthly in our department. Affecting the health of the population.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1.- OBJETIVO GENERAL.....	3
2.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
3.1. MARCO CONCEPTUAL	4
3.1.1 Definición de Pilas	4
3.1.2 Características de las Pilas	4
3.1.3 Partes de las Pilas	5
3.1.4 Clasificación y característica de las pilas: Primarias y Secundarias	6
3.1.5 Los metales pesados que contienen las pilas	9
3.1.6 Toxicidad de los metales presentes en las pilas	11
3.1.7 Residuos Sólidos Peligrosos.....	21
3.1.8 Napa Freática	21
3.1.9 Impacto ambiental de las pilas desechadas en las oficinas	22
3.1.10 Impacto ambiental por las pilas desechadas en los domicilios.....	23
3.1.11 Impacto ambiental por las pilas desechadas en la zona rural.....	23
3.2 DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA QUE SE ENCUENTRA CERCA AL BOTADERO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE COBIJA	24
3.2 MARCO LEGAL	26
3.2.1 Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia promulgada el 7 de febrero de 2009	26
3.2.2 Ley de Derechos de la Madre Tierra, Ley N° 71 de 21 de diciembre de 2010	27
3.2.3 Ley de Gestión Integral de Residuos, Ley N° 755 de 28 de octubre de 2015	27
3.2.4 Ley de Medio Ambiente, Ley N° 1333 de 27 de abril de 1992.....	29
3.2.5. Reglamento de Gestión de Residuos Sólidos de 9 de diciembre de 1995	30
3.2.6 Reglamento para Actividades con Sustancias Peligrosas.....	30
3.2.7. Reglamentos sectoriales para residuos peligrosos.....	31

4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	32
4.1 MATERIALES	32
4.1.1 Composición de las pilas según marcas de uso predominante en Cobija	32
4.1.2 Composición de las pilas a botón	36
4.2 MÉTODOS.....	37
4.2.1. Metodología Descriptiva	37
4.2.2 Metodología Observacional	37
4.2.3 Metodología Cuantitativa.....	38
4.3 Diseño de investigación.....	39
4.4. Tipo de la investigación	40
4.5. Nivel de la investigación	40
4.6. Enfoque de la investigación mixto (cuantitativo y cualitativo)	40
4.7. Población y muestra	40
4.8. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	40
4.8.1. Técnicas.....	40
4.8.2. Instrumentos	40
5. RESULTADOS	41
5.1 Evaluar el Impacto Ambiental producido por las pilas desechadas sin medidas ambientales en el municipio de Cobija del Departamento de Pando.	41
5.2 Estimación del volumen de pilas desechadas mensualmente en la ciudad de Cobija	41
5.3 Estimar el nivel de contaminación acumulada producida por la disposición inadecuada de las pilas.....	44
5.4 Estimación de metales químicos generados según marcas de pilas	44
5.5 Posible contaminación acumulada producida por la disposición inadecuada de las pilas en las cuencas que se encuentran cerca al botadero municipal	46
5.6 Establecer el nivel de Conocimiento de la población frente al impacto ambiental ocasionado por las pilas	46

5.7 Medidas de mitigación y minimización del uso de las pilas de acuerdo a los resultados encontrados	48
6. DISCUSIÓN.....	49
7. CONCLUSIONES Y/O RECOMENDACIONES	54
7.1 CONCLUSIONES	54
7.2 RECOMENDACIONES	58
BIBLIOGRAFÍA.....	60

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1 Componentes de una Pila.....	6
Gráfico N° 2 Partes que conforman la pila zinc/carbón.....	32
Gráfico N° 3 Porcentaje de la preferencia de consumo según tipos de pilas.	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Clasificación de las Baterías Primaria	7
Tabla N° 2 Clasificación de las baterías secundarias.....	8
Tabla N° 3 Los metales pesados de las pilas y baterías	10
Tabla N° 4 Parámetros Geomorfológicos de la Microcuenca	25
Tabla N° 5 Consumo mensual de pilas según tipo	42
Tabla N° 6 Generación total de los 4 tipos de pilas al mes en kilogramos	43
Tabla N° 7 Cantidad de comercialización de pilas a Botón	43
Tabla N° 8 Estimación de metales químicos según marca de pilas	44
Tabla N° 9 Estimación en kilogramos total de pilas desechadas por marca	45
Tabla N° 10 Estimación de los artefactos que más demandan el empleo de pilas ...	45
Tabla N° 11 Tipos de pilas que más utiliza la población	47
Tabla N° 12 Nivel de conocimiento de la población sobre el impacto ambiental de las pilas.....	47

1. INTRODUCCIÓN

Las pilas constituyen un elemento esencial en el hogar porque se puede dar funcionalidad a diferentes artefactos como los juguetes, electrodomésticos, equipos de música, relojes, controles remotos, celulares, linternas y otros. Además, forman parte de la generación habitual de residuos domésticos o domiciliarios y muy pocas personas hacen la separación de estos pequeños residuos, no existiendo en Cobija un lugar específico para ser desechados.

Los habitantes de los países de América Latina, no tienen los hábitos y prácticas de separar la basura orgánica e inorgánica, por lo que estos residuos al no ser separados o tratados adecuadamente, pueden causar o generar un daño al medio ambiente y a la salud humana. Pese a ser residuos peligrosos, las pilas son abandonadas en patios, calles y predios abandonados, por lo que el armazón de las pilas se deteriora por los diferentes cambios de temperaturas y condiciones en la que se encuentran. Esta realidad no es diferente en nuestro país, en su mayoría, los departamentos no cuentan con rellenos sanitarios que estén adecuados para estos residuos peligrosos ni tampoco con una empresa encargada de su tratamiento final, ya que solo cuatro departamentos: La Paz, Cochabamba, Santa Cruz y Oruro, cuentan con una empresa municipal de aseo que permite el almacenamiento y separación de estos residuos peligrosos, pero sin embargo, la población no está habituada a diferenciar las bolsas de basura cuando las deshecha, por lo que las pilas terminan en el botadero juntamente con los otros residuos. En el resto de departamentos, no cuentan con un tratamiento diferenciado para este tipo de residuos y Pando no es la excepción, pues podemos ver pilas desechadas a la intemperie, en los patios de las casas, en las calles y chacos, siendo manipuladas por los niños y desechadas junto al resto de residuos común, lo cual es depositado en el botadero municipal.

La importancia de abordar el tema de la disposición final de las pilas, radica en que la población desconoce los peligros y efectos negativos que representan y ante el desconocimiento, no se pueden tomar medidas efectivas ni esperar conciencia de la ciudadanía. El común de la gente desconoce que cuando estas son desechadas sin un

adecuado tratamiento o disposición, pueden generar una cadena de contaminación y enfermedades por los metales pesados que contienen. Cuando se produce el derrame de los electrolitos internos de las pilas, arrastra los metales pesados como el mercurio, plomo y cadmio, estos fluyen por el suelo y son arrastrados por las aguas que contaminan los cultivos y llegan a las personas y a larga pueden dañar el sistema nervioso, los órganos vitales como el hígado, los riñones, pulmones, las vías respiratorias, el sistema digestivo y otros. Además del impacto en la salud, estos elementos se bioacumulan, produciendo al mismo tiempo la contaminación del medio ambiente, por tanto, efectuar un seguimiento en el área urbana del Municipio de Cobija, puede evitar daños en nuestra salud y nuestro hábitat.

Son escasos los estudios realizados en nuestro país sobre este aspecto, por lo que no se cuentan con datos oficiales del ministerio del área o del gobierno departamental, sin embargo, en una experiencia realizada por la Fundación Sociedad de Gestión Ambiental Boliviana (SGAB), que trabajó en la recolección de pilas y baterías desde junio de 2010 hasta septiembre de 2011 en la ciudad de Cochabamba, se logró recaudar, a través de campañas, siete toneladas de pilas y baterías. Su trabajo también reveló cinco importadoras y distribuidoras legales de pilas y baterías; siendo imposible cuantificar el número de mayoristas y menos aún la cantidad ingresada por contrabando. Esta realidad se repite en todo el país y según información facilitada por la Aduana Nacional, a Bolivia cada año ingresan 2.320 toneladas de pilas y baterías, esto debido a que lamentablemente estos equipos son muy utilizados en todos los hogares por su fácil adquisición y disposición final.

Es por ello la importancia de que este trabajo represente un diagnóstico que permita una evaluación, seguimiento y recomiende la implementación de medidas tendientes a imprimir un adecuado tratamiento a las pilas en desuso y establecer su correcta disposición final, para disminuir el impacto ambiental que se pueda darse con el tiempo.

2. OBJETIVOS

2.1.- OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el Impacto Ambiental producido por las pilas desechadas sin medidas ambientales en el municipio de Cobija del Departamento de Pando.

2.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Relacionados con el objetivo general, se tienen los siguientes objetivos específicos:

- Estimar el volumen de pilas que son desechadas al mes en la Ciudad de Cobija.
- Estimar el nivel de contaminación acumulada producida por la disposición inadecuada de pilas.
- Establecer el nivel de conocimiento de la población frente al impacto ambiental ocasionado por las pilas.
- Proponer medidas de mitigación y minimización del uso de las pilas de acuerdo a los resultados encontrados.

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 Definición de Pilas

Las pilas son dispositivos que sirven para generar corriente, conocidas en el mercado simplemente como “pilas”.

Las pilas son dispositivos electroquímicos capaces de convertir la energía química contenida en sus materiales activos en energía eléctrica, proporcionando una fuente portátil de energía con un amplio uso en electrónica de consumo de varios productos.

Los autores coinciden en aspectos generales para conceptualizar estos dispositivos:

Las pilas son un generador primario, como lo es un alternador o un aerogenerador, que tiene capacidad de producir corriente eléctrica, y se convierten en un desecho sólido que es considerado como un residuo peligroso por su contenido en algunos metales tóxicos como el mercurio, la plata, el cadmio, y el níquel. El riesgo que representan estos materiales para la salud de las personas y el medio ambiente, depende esencialmente de las cantidades y tipos de pilas y baterías que se desechan, y de la gestión que se hace de estos residuos; una gestión adecuada y eficiente puede controlar eficazmente estos riesgos. Por otra parte, las pilas no pierden la carga eléctrica, sino que debido a la degradación física de sus componentes pierde su capacidad para producir una corriente eléctrica. (Palou, 2015)

3.1.2 Características de las Pilas

Las pilas son dispositivos capaces de almacenar energía química y liberarla de acuerdo al requerimiento específico de un aparato o equipo eléctrico. La energía

se genera gracias a dos semiceldas separadas donde se producen reacciones químicas, una de oxidación (ánodo) y otra de reducción (cátodo); estas reacciones generan un flujo de electrones con una cierta diferencia de potencial que depende de la reducción de oxidación utilizado. La gran ventaja de las pilas es que permiten el almacenamiento y el transporte de la energía, lo que hace posible su uso en una gran diversidad de equipos y productos de tecnología que son cada vez más utilizados. En general las pilas se utilizan en equipos transportables, por lo que su peso y tamaño son muy importantes para las aplicaciones en las que se las requiere. (Patton, 2007)

3.1.3 Partes de las Pilas

Una pila es básicamente una mini central eléctrica que contiene una reacción química en energía eléctrica. Las Pilas de elementos secos o alcalinos pueden diferir en algunos aspectos, pero todas tienen los mismos elementos.

Las pilas están divididas en diferentes componentes que son:

Contenedor

Está constituido por una recubierta de acero, la cual almacena (delimita) a las partes y componentes de la celda que forman el cátodo, una parte de la reacción electroquímica.

Cátodos

Una mezcla de dióxido de manganeso y carbón. Los cátodos son electrodos reducidos por una reacción electroquímica.

Separador

Estructura fibrosa no tejida separa los electrodos.

Ánodo

Zinc metal en polvo. Los ánodos son electrodos que se oxidan.

Electrodos

Donde se lleva a cabo la reacción electro- química.

Electrolitos

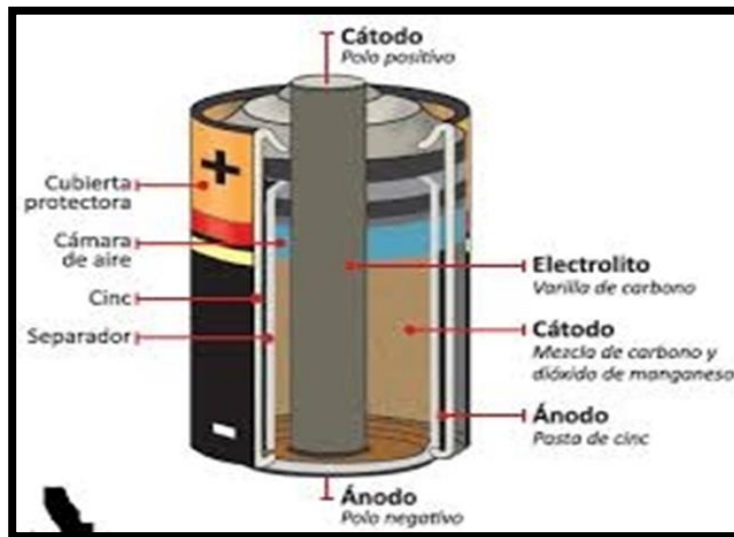
Constituido por una solución en agua de hidróxido de potasio (KOH). El electrolito es el medio para el movimiento de los iones dentro de la celda y llevar la corriente iónica dentro de la batería.

Colector

Un alfiler de bronce en el centro de la celda que conduce la electricidad al exterior del circuito.

(Energize, 2018)

Gráfico N° 1 Componentes de una Pila



Fuente: (Energize, 2018)

3.1.4 Clasificación y característica de las pilas: Primarias y Secundarias

Las pilas se fabrican en una gran diversidad de formas y tamaños que se adaptan a los requerimientos de energía y la disponibilidad de espacio de los equipos en que se utilizan, como también las pilas se clasifican de manera general en primarias y secundarias.

Pilas primarias: son aquellas pilas comunes, generalmente cilíndricas, de zinc/carbón, litio y alcalinas. Estas pilas no pueden ser recargadas, ya que se basan en sistemas electroquímicos irreversibles. (planetica, 2011)

Pilas secundarias: pueden recargarse externamente dado que están basadas en sistemas reversibles. En la mayoría de los casos están compuestas por ácidos, álcalis, y metales. (planetica, 2011)

Esta es una clasificación generalizada por lo que la mayoría de los autores coinciden la misma, pudiendo señalar, además:

Es necesario saber que las pilas se clasifican globalmente como primarias o secundarias, ya que tienen diferentes conceptos. Las primarias son aquellas que una vez consumidas, deben desecharse o reciclarse, ya que la reacción química sobre la que se sustenta la corriente eléctrica es irreversible. Por lo tanto, estas no pueden recargarse.

Se utilizan principalmente en aplicaciones donde resulte impráctico recargar la energía eléctrica; tales como en dispositivos militares, en pleno campo de batalla. Asimismo, están diseñadas para equipos que consuman poca energía, para que así duren más; por ejemplo, los controles remotos o consolas portátiles (tipo Gameboy, tetris y tamagotchi). (Álvarez, 2015)

Tabla N° 1 Clasificación de las Baterías Primaria

Grupo	Tecnología	Presentación comercial	Usos
Primarias desechables	Zinc/Carbón (Zn/MnO ₂)	AA, AAA, C, D, 9V, 6V, botón (varios tamaños)	Radios, juguetes, aplicaciones electrónicas, relojes, controles remotos, etc.
	Alcalinas (MnO ₂)		
	Óxido mercurio (Zn/HgO) Zinc-aire (Zn/O ₂) Óxido de plata (Zn/Ag ₂ O)	Botón (varios tamaños)	Aparatos auditivos, relojes, equipos fotográficos, sistemas de alarma, vehículos electrónicos, etc.
	Litio (Li/FeS ₂ ,Li/MnO ₂)	AA, AAA, C, D, 9v, botón (varios tamaños)	Relojes, medidores, cámaras, calculadoras, etc.

Fuente: (Álvarez, 2015)

A diferencia de las pilas primarias, las secundarias sí pueden recargarse una vez se hayan quedado sin energía. Esto se debe a que las reacciones químicas que ocurren dentro de ellas son reversibles, y, por tanto, tras aplicárseles cierto voltaje, ocasiona que las especies producto se transformen nuevamente en reactivo, para iniciar así otra vez la reacción.

Algunas pilas secundarias (llamadas baterías) suelen ser pequeñas, al igual que las primarias; sin embargo, se destinan a dispositivos que consumen más energía y para los cuales resultaría poco práctico económica y energéticamente el uso de las pilas primarias. Por ejemplo, las baterías de los teléfonos celulares contienen pilas secundarias.

Asimismo, las pilas secundarias están diseñadas para equipos o circuitos grandes; por ejemplo, las baterías de los automóviles, la cual está compuesta por varias pilas o celdas voltaicas. Son por lo general más costosas que las pilas y baterías primarias, pero para usos a largo plazo terminan siendo una opción más adecuada y efectiva.

Tabla N° 2 Clasificación de las baterías secundarias

Grupos	Tecnologías	Usos
SECUNDARIAS (RECARGABLES)	Níquel-Cadmio	Celulares, teléfonos inalámbricos, cepillos de dientes eléctricos, computadoras portátiles.
	Níquel Hidruro Metálico	Computadoras, teléfonos celulares, cámaras de video
	Ion Litio	Poseen alta capacidad y alta energía, se las puede encontrar en celulares, computadoras, cámaras de video y fotográficas.
	Plomo-ácido (selladas)	Juegos electrónicos
	Alcalina de manganeso	Radios, lámparas y juegos electrónicos

Fuente: (Álvarez, 2015)

3.1.5 Los metales pesados que contienen las pilas

Los metales pesados o tóxicos y otras sustancias químicas que contienen las pilas y baterías representan un grave problema para la salud y el medio ambiente. El crecimiento de la industria eléctrica y electrónica y la fabricación de aparatos portátiles dispararon la producción y el consumo de pilas. La industria y el comercio no se imaginaron el impacto que podría tener en la salud humana y en la salud del planeta la expansión del uso de tales productos.

Podríamos también clasificar las pilas según su contenido y grado de toxicidad:

Óxido de mercurio: empleadas en audífonos y otros aparatos de electro medicina. Contienen más de un 30% de mercurio y son las más perjudiciales.

Níquel-cadmio: se utilizan en relojería y fotografía, teléfonos inalámbricos, móviles etc. Son muy peligrosas sobre todo si son incineradas, ya que la inhalación de cadmio es cancerígena.

Litio: producen 3 veces más energía que las pilas alcalinas y contaminan menos que las de mercurio.

Alcalinas (Zn/MnO₂), (Zn/C), (Zn/aire): se usan en radios, juguetes, flashes, teléfonos, mandos a distancia, relojes. Casi todas están blindadas, pero el blindaje no tiene una duración ilimitada.

Baterías plomo/ácido: se utilizan en los vehículos y están fabricadas con pilas constituidas por un ánodo de plomo, un cátodo de óxido de plomo y ácido sulfúrico. (planetica, 2011)

Las pilas tienen sustancias sumamente tóxicas y contaminantes del medio ambiente que describiremos a continuación:

Tabla N° 3 Los metales pesados de las pilas y baterías

METALES PESADOS	CONTAMINACIÓN PRODUCIDA
Mercurio	Contaminante más extendido en el planeta, puede contaminar el agua y a su vez acumularse en los tejidos de los peces, el contacto con mercurio puede causar irritación a la piel.
Cadmio	Contamina el agua, suelo y aire, sus partículas pueden viajar grandes distancias antes de caer al suelo o al agua. Si el cadmio es ingerido por el ser humano en alimentos o por tomar agua contaminada puede causar irritación al estómago causando vómitos y diarrea.
Litio	El litio puede lixiviarse con mucha facilidad en los mantos acuíferos, encontrándose en diferentes especies de peces, los síntomas por intoxicación pueden ser: fallas respiratorias, afectación del miocardio, edema pulmonar, alteraciones renales y estupor profundo.
Manganeso	Los efectos del exceso de manganeso se manifiestan en el tracto respiratorio y en el cerebro, con síntomas como alucinaciones, amnesia, alteraciones nerviosas y bronquitis.
Níquel	Los síntomas más comunes por intoxicación con níquel, se dan en la piel y al respirar altas cantidades, provocando bronquitis crónica, cáncer de pulmón y de los senos nasales.
Zinc	El agua, aire y suelo contienen zinc naturalmente pero estas cantidades están siendo aumentadas por las actividades del ser humano como la minería, la combustión de carbón o por la generación de residuos peligrosos como las pilas.
Plomo	El problema principal es que éste no se degrada y sus compuestos son transformados por la luz del sol, aire y el agua. Los síntomas que presenta en el ser humano son: cefaleas, dolores óseos, musculares y abdominales, trastornos del sueño e impotencia.

Fuente: (Suarez, 2010)

3.1.6 Toxicidad de los metales presentes en las pilas

Algunos metales presentes en las pilas pueden tener efectos tóxicos para el ser humano y para el medio ambiente, al respecto se realizaron múltiples investigaciones aisladas, pero ninguna logró plasmarse en políticas nacionales que permitan erradicar los efectos nocivos causados para la mala disposición de estos residuos.

Los metales pesados están presentes de forma natural normalmente en concentraciones generalmente bajas en la corteza de la Tierra, suelos y plantas, aunque, por ejemplo, Cr, Ni, Pb y Zn varían su concentración entre 1 – 1500 mg kg⁻¹; Co, Cu y As entre 0.1 – 250 mg kg⁻¹ en menores concentraciones Cd y Hg están alrededor de 0.01 – 2 mg kg⁻¹ (Galan y Romero, 2008). Los metales provienen en condiciones naturales de la meteorización química de las rocas y pudiendo entrar en los ciclos naturales, aunque las emisiones antropogénicas, mucho más intensas, dan lugar a un aumento continuo de la concentración ambiental de algunos de los metales pesados pudiendo a altas concentraciones causar diversos daños a seres humanos, plantas y animales. (Castañeda G. & citando a Zhao y Galan y Romero, 2013)

A efectos de la presente investigación analizaremos los principales metales con acción contaminante en nuestro medio.

3.1.6.1 Toxicología del Cadmio

Las rutas de exposición principales del cadmio son la atmósfera, el agua, el suelo y las plantas. Las partículas de cadmio emitidas a la atmósfera, con tamaño en el intervalo de partículas respirables, son transportadas a largas distancias. El cadmio presenta una elevada movilidad con respecto a los demás metales pesados, debido a la posibilidad de formar sales e hidróxidos. Los suelos ácidos favorecen a la movilidad del cadmio; como los lixiviados. Por otro lado, también las plantas absorben eficazmente el cadmio en suelos

ácidos. Además, en medios reductores el cadmio precipita en los sedimentos en forma de sulfuro de cadmio.

Las vías principales de ingestión de cadmio son alimentos contaminados con cadmio e inhalación de polvos y humos de cadmio. La absorción es muy eficaz por vía de inhalación, especialmente cuando se tienen deficiencias dietéticas en calcio, hierro y proteínas.

En el cuerpo humano presenta los siguientes efectos:

El cadmio, una vez ingresado al cuerpo humano, llega al torrente sanguíneo y es transportado mediante proteínas plasmáticas como la albúmina y metalotioneína. El cadmio se concentra mayormente en los riñones e hígado, donde se acumula hasta el 50-70% del cadmio ingerido. El tiempo de vida del cadmio en el cuerpo humano es de alrededor de 30 años. La excreción del cadmio absorbido se da principalmente por la orina. (Moreno, 2007)

El cadmio presenta efectos tóxicos agudos y crónicos en el ser humano. Los efectos agudos más importantes se generan por la inhalación de polvo y humos de cadmio, lo cual provoca problemas en los pulmones como: neumonitis, edema pulmonar y hasta la muerte. La exposición crónica a bajas concentraciones de cadmio genera obstrucciones pulmonares, degradación de túmulos renales, pérdida de funcionalidad de los riñones, hipertensión y alteraciones óseas. El cadmio interfiere en el metabolismo normal del calcio, por esta razón afecta a los huesos. Otras enfermedades que causa el cadmio son esterilidad y alteraciones del sistema nervioso. (Moreno, 2007)

También se tienen efectos sobre las plantas:

Las plantas absorben eficazmente el cadmio a partir del suelo, lo que constituye una ruta importante en la intoxicación de animales superiores. Tanto los

organismos acuáticos como terrestres bioacumulan el cadmio y la bioconcentración en organismos acuáticos es elevada. Los organismos de aguas saladas son menos propensos de envenenarse con cadmio que los organismos de aguas dulces. (Moreno, 2007)

La afectación sobre los animales se produce de la siguiente manera:

Los animales que llegan a envenenarse con cadmio presentan enfermedades similares al ser humano. Animales intoxicados con cadmio pueden sufrir presión sanguínea alta, problemas en los riñones, hígado y daños en el sistema nervioso. Los humanos o animales en gestación, transmiten el Cd a sus fetos y éstos, al nacer, presentan problemas de conducta y dificultades de aprendizaje. Las crías de animales incorporan más fácilmente cadmio que los adultos y presentan pérdida de dureza en los huesos. También existen evidencias de que el cadmio provoca cáncer en los pulmones a animales de laboratorio que han inhalan dicho metal. (Moreno, 2007)

Afectación de los suelos por derrames de cadmio:

El cadmio daña el ecosistema del suelo, a sus organismos y, en consecuencia, se daña la estructura de éste. Concentraciones bajas de cadmio en el suelo provocan la muerte de los organismos más sensibles como las lombrices. Por otro lado, las concentraciones altas generan daños en el ecosistema por la muerte de microorganismos. (Moreno, 2007)

3.1.6.2 Toxicología del Cobalto

En la naturaleza el cobalto se encuentra asociado al níquel, la mayor parte del cobalto se obtiene a partir del subproducto de la fusión de menas de níquel, cobre y plomo. El cobalto posee numerosas aplicaciones: se emplea en la fabricación de materiales magnéticos, en

la industria cerámica, en catalizadores y pinturas, es por eso que su uso es frecuente y su disposición final nos debe preocupar para evitar la afectación al medio ambiente.

Las principales rutas de intoxicación del cobalto en el medio ambiente son el suelo, el agua y las plantas. En el medio ambiente, el cobalto se adsorbe fuertemente a suelos y sedimentos; se adsorbe en la fracción húmica del suelo y en partículas en suspensión del agua. (Moreno, 2007)

El pH del suelo influye en la movilidad del cobalto. En medios ácidos, el cobalto es más soluble y móvil. Por el contrario, al aumentar el pH aumenta la adsorción del cobalto. Las plantas lo adsorben por sus raíces, aunque por lo general no son eficaces en la translocación de este metal a la parte aérea de la planta. A pesar de que existen efectos tóxicos del cobalto, estos se producen a dosis relativamente altas por lo que se lo puede considerar un elemento de baja toxicidad; de hecho, el cobalto es un nutriente esencial, que forma parte de la vitamina B12. Por ello, no se toma en cuenta al cobalto en la lista de límites permitidos para proteger el medio ambiente y la salud según varias instituciones. La OMS no señala un límite permisible para el cobalto en el agua potable, tampoco la EPA considera este metal en el suelo. (Moreno, 2007)

3.1.6.3 Toxicología del Manganeseo

El manganeseo es un elemento natural encontrado en varios tipos de rocas, representa un elemento esencial para todos los seres vivos y se encuentra en cereales, vegetales y otros alimentos tales como el té.

La Administración de Alimentos y Drogas (FDA) de los Estados Unidos ha listado varios compuestos de manganeseo como sustancias seguras, también los micronutrientes de manganeseo son esenciales para el buen crecimiento de varias plantas, sin embargo, las dosis excesivas producen efectos en la salud de las personas y animales.

Las principales rutas de exposición al manganeso son la atmósfera, agua y las plantas. El manganeso en medios ácidos se convierte en soluble y puede incorporarse en los lixiviados, y llegar al agua subterránea. Las principales vías de ingestión son la inhalación de partículas de manganeso y la ingestión de manganeso junto con los alimentos y el agua.

Sobre sus efectos, Jorge Arrieta, citando a María dolores Morenos nos dice:

En los animales, en dosis excesivas, produce: problemas pulmonares, decremento de la presión sanguínea, temblores y fallas de coordinación. Ciertos estudios han demostrado, que, en dosis elevadas, el manganeso provoca, en las madres en gestación, mal formaciones en los fetos. Concentraciones excesivas de este metal en el suelo traen problemas en la pared celular de las hojas de las plantas. Para proteger la salud humana de la exposición de manganeso, diferentes instituciones han establecido límites de protección. La OMS establece el límite permitido de 0,5 mg l⁻¹ de manganeso presente en el agua potable. Sin embargo, se puede decir que, en general, el Mn es un elemento de baja toxicidad. (Moreno, 2007)

3.1.6.4 Toxicología del Zinc

El zinc es un elemento esencial para todos los seres vivos, deficiencias de este metal traen problemas a los organismos. El zinc es necesario como integrante de más de 200 enzimas, es un elemento esencial para el desarrollo y funcionamiento del sistema nervioso y, también es necesario para el metabolismo de la vitamina A, por ello es un metal considerado importante para el bienestar humano, sin embargo, y pese a que no es común hablar de sobredosis de zinc en las personas, su consumo excesivo puede traer consecuencias negativas para el organismo.

El zinc compite con otros metales tales como el cobre, dosis elevadas de zinc genera deficiencias en cobre y viceversa. El zinc interviene en el metabolismo del calcio, por ello, es esencial para la mineralización normal de los huesos, trazas de zinc son esenciales para el crecimiento adecuado de plantas (maíz, algodón, brócoli, maní y otros).

Las rutas de exposición principales del zinc son la atmósfera, agua y suelo. Los compuestos de zinc emitidos a la atmósfera pueden ser transportados largas distancias, dependiendo del tamaño y densidad de la partícula. El zinc puede adherirse fuertemente a la materia orgánica, arcilla y óxidos de hierro. En medios ácidos el zinc se vuelve más soluble en agua y puede incorporarse a los lixiviados y llegar al agua subterránea. Los medios salobres también facilitan la movilidad del zinc por la competencia con cationes. En medios reductores el zinc se precipita como sulfuro de zinc el cual es muy insoluble. (Moreno, 2007)

Las principales vías de ingestión del zinc son la inhalación, el contacto dérmico y la ingestión por vía oral. La concentración del zinc en los tejidos varía en función de la afinidad de éste con los tejidos. Las principales concentraciones se encuentran en el aparato reproductor masculino, especialmente la próstata, también se encuentran en el hígado, riñón, músculo, el páncreas y la tiroides. El tiempo de vida medio del zinc en el cuerpo humano es de entre 162-500 días. La principal ruta de excreción es la biliar, seguida por la urinaria, y, en menor grado, el sudor. (Moreno, 2007)

La ingestión por vía oral de grandes cantidades de zinc es poco común, pero puede ocasionar molestias en el estómago y diarrea. No se han detectado efectos en el riñón, el hígado y la sangre por ingestión de dosis elevadas de zinc (12 g en un periodo de 2 días). La ingesta común de zinc en las sociedades occidentales es de unos 12-15 mg día⁻¹. La inhalación de grandes cantidades de zinc genera los efectos más tóxicos. La inhalación de humos de zinc en ambientes laborales provoca la fiebre de fundidores, el cual es el efecto más tóxico del zinc. El zinc no se bioacumula en organismos terrestres (mamíferos e invertebrados), pero si en organismos acuáticos filtrantes. En medios acuáticos, el zinc se acumula en peces y se biomagnifica en la cadena trófica. El zinc en forma elemental o libre, es tóxico para algunos organismos de agua, como peces e invertebrados en agua de superficie. (Moreno, 2007)

Estudios realizados en Japón, Canadá y Bélgica sobre el riesgo ambiental que genera los metales de zinc y manganeso, presentes en las pilas zinc/dióxido de manganeso en los rellenos sanitarios, concluyeron que la disposición de las pilas de Zn-Mn en los rellenos sanitarios es aceptable porque este elemento tiene una baja movilidad, tiene baja toxicidad y existen fuentes naturales de Zn.

Menos del 0,1% del zinc dispuesto en los rellenos se eliminó en los lixiviados; por ello, no representa un riesgo para la salud humana ni para los ecosistemas. Para proteger la salud humana y el medio ambiente del zinc, diferentes instituciones han establecido límites de este metal en el medio ambiente. (Moreno, 2007)

3.1.6.5 Toxicología del Mercurio

En la actualidad, los usos más importantes del mercurio se encuentran en la industria cloro-alcalina, con el uso del cátodo de mercurio para el depósito electrolítico de sodio, la fabricación de pilas, lámparas fluorescentes, amalgama para la extracción de oro y plata, y materiales para empastes dentales.

Los diferentes usos del mercurio van disminuyendo debido a su toxicidad y están siendo reemplazados. El mercurio presenta tres posibles estados de oxidación 0, +1 y +2, que corresponden respectivamente al mercurio elemental, los compuestos mercuriosos y los compuestos mercúricos. El mercurio forma compuestos orgánicos e inorgánicos, y los compuestos orgánicos se forman por transformación biológica de compuestos de mercurio y son en general volátiles y tiene mucha movilidad en diferentes medios.

Las rutas de exposición al mercurio son la atmósfera, el suelo y el agua. El mercurio elemental predomina en la atmósfera y el mercurio (II) en el suelo y el agua. El tiempo de vida de este gas en la atmósfera es de entre 6 días y 2 años. El mercurio puede depositarse en el suelo por deposición húmeda o seca. El mercurio elemental y los compuestos orgánicos mercuriales pueden vaporizarse y pasar

nuevamente a la atmósfera. El 95% del mercurio depositado en los suelos por fuentes atmosféricas se adhiere fuertemente a él y no es capaz de lixiviarse al agua subterránea. (Moreno, 2007)

Las principales vías de exposición son la ingestión de alimentos contaminados con mercurio e inhalación de vapores o polvos de mercurio. El mercurio elemental se absorbe mal por ingestión, pero por inhalación es absorbido eficazmente. Por este medio llega al torrente sanguíneo y puede terminar en el sistema nervioso central. En los tejidos, el mercurio elemental se oxida a mercurio divalente; aproximadamente 15% del mercurio que ingresa se absorbe de esta manera. Sin embargo, el metilmercurio que es un compuesto orgánico se absorbe muy eficazmente alcanzando tasas de absorción del 90%. Los diferentes tipos de mercurio generan efectos agudos y crónicos. La inhalación aguda de altas concentraciones de mercurio elemental provoca bronquitis corrosiva, neumonitis aguda y efectos renales. La exposición crónica genera efectos en el sistema nervioso central, temblores, mal humor, pérdida de memoria, taquicardia y alucinaciones. La ingestión de mercurio inorgánico en la forma divalente produce ulceración corrosiva del sistema digestivo, acompañado por hemorragias y necrosis del tubo digestivo, en dosis elevadas genera efectos renales. Los compuestos de mercurio (I) presentan una toxicidad inferior respecto a los demás elementos de mercurio, debido a su baja solubilidad. El metilmercurio es sumamente tóxico y ha causado serios casos de intoxicación ambiental. (Moreno, 2007)

El mercurio se bioacumula y se biomagnifica con mucha facilidad, en especial en forma orgánica como derivados del metil y fenilmercurio, para proteger la salud humana del mercurio, diferentes instituciones han establecido límites permisibles presentes en las rutas de dicho metal.

La OMS ha establecido el límite permitido de 0,001 mg l⁻¹ de mercurio (total) en el agua potable. EPA establece un límite permitido de 270 mg kg⁻¹ de mercurio en el suelo, considerando la ingesta diaria de vegetales contaminados con mercurio por parte del ser humano. (Moreno, 2007)

3.1.6.6 Toxicología del Níquel

Aproximadamente la mitad del níquel que se produce anualmente se utiliza en la fabricación de distintos tipos de acero. También se emplea como catalizador y componente de distintas aleaciones. Las principales fuentes de exposición profesional, son: la extracción de este metal, su fundición, procesos de niquelado y la fabricación de pilas Níquel-Cadmio. Las rutas de exposición que sigue el níquel son la atmósfera, el suelo y el agua, las partículas de níquel emitidas a la atmósfera pueden ser transportadas largas distancias o depositadas al suelo, dependiendo del tamaño y densidad de la partícula, la solubilidad en el agua y adsorción en el suelo depende del medio en el cual se encuentre, lo mismo que de su composición.

La vía de ingestión más importante es la inhalación acompañada de la absorción gastrointestinal y la vía cutánea. La ingestión por inhalación, la absorción cutánea y gastrointestinal dependen de diferentes factores. El 30% del níquel inhalado pasa por el torrente sanguíneo; el grado de absorción depende del tamaño de la partícula, su solubilidad y concentración. Por lo general el grado de absorción cutánea y gastrointestinal por níquel es bajo, sin embargo, en algunos casos, el níquel presenta efectos tanto agudos como crónicos por ingestiones elevadas, en estos casos de ingestión de dosis elevadas de níquel se puede generar asfixia, convulsiones e irritación intestinal.

La inhalación aguda de partículas que contienen níquel genera edema pulmonar, asma e irritación pulmonar. El contacto con níquel también puede generar reacciones alérgicas, en especial las personas que presentan dermatitis.

Los compuestos de níquel están clasificados como posibles compuestos cancerígenos. La exposición a níquel puede traer cáncer en el pulmón. La inhalación de compuestos de níquel y níquel metálico generan un aumento en cáncer de pulmón y las cavidades nasales. Los compuestos más tóxicos de níquel son los solubles como sulfatos, por lo tanto, son agentes cancerígenos más potentes que los menos solubles (sulfuro y óxido). La aparición de tumores y lesiones al ADN, se deben a la oxidación de Ni^{2+} a Ni^{3+} . El níquel tiene una baja bioconcentración y no presenta una tendencia a biomagnificarse en la cadena trófica. Además, los organismos acuáticos que han sido expuestos a níquel, eliminan su contenido de níquel en un medio limpio. (Moreno, 2007)

El níquel es un elemento esencial para los animales, pero dosis excesivas les trae efectos negativos. Estudios en animales han demostrado que la deficiencia de níquel en mamíferos les provoca anemia, mortalidad en los fetos y retrasos en el crecimiento. Sin embargo, exceso de níquel en animales, por inhalación, genera problemas en el tracto respiratorio y/o cáncer de pulmón. La ingestión por vía oral de grandes cantidades de níquel genera enfermedades en los pulmones, problemas en los riñones, hígado, disminución del peso en los fetos recién nacidos, mortalidad de fetos. En los ecosistemas acuáticos, concentraciones elevadas de níquel pueden originar la muerte de peces, aves, y muerte o problemas en el crecimiento de plantas. (Moreno, 2007)

Para proteger a la salud humana de la exposición de níquel diferentes instituciones han establecido límites permisibles.

La OMS establece el límite permitido de $0,2 \text{ mg /l}^{-1}$ de níquel presente en el agua potable. La EPA establece el límite permitido de 5.400 mg/kg^{-1} de níquel presente en el suelo, por la ingesta diaria de vegetales contaminados con níquel efectuado por el ser humano. (Moreno, 2007)

3.1.7 Residuos Sólidos Peligrosos

Entre los residuos generados en domicilios y comercios, se encuentran los residuos peligrosos tales como las pilas, baterías, aerosoles, tubos de neón, residuos de establecimientos salud entre otros, los cuales muchas veces o casi siempre son recolectados de forma conjunta con los residuos domiciliarios.

Un estudio de la Sociedad de Gestión Ambiental Boliviana (SGAB), menciona que el 0,1 y 0,2 por ciento de los residuos sólidos que genera una familia corresponde a las pilas y baterías. Las pilas al igual que las baterías transforman la energía química en energía eléctrica; y cuando su vida útil termina se convierte en residuo sólido peligroso por contener elementos y características de peligrosidad y se encuentran dispersos por toda la ciudad.

Por su parte, la Ley del Medio Ambiente N° 1333 en su Reglamento para actividades con Sustancias Peligrosas, nos da el siguiente concepto:

SUSTANCIA PELIGROSA: Aquella sustancia que presente o conlleve, entre otras, las siguientes características intrínsecas: corrosividad, explosividad, inflamabilidad, patogenicidad o bioinfecciosidad, radioactividad, reactividad y toxicidad, de acuerdo a pruebas estándar. (Estado Plurinacional de Bolivia, 1995)

Los Residuos Sólidos Peligrosos, son aquellos que presentan características intrínsecas como la: corrosividad, explosividad, inflamabilidad, patogenicidad o bioinfecciosidad, radioactividad, reactividad y toxicidad, de acuerdo a pruebas estándar. Estos residuos son complejos, por los riesgos que implican su manejo y las alternativas tecnológicas que requiere su tratamiento.

3.1.8 Napa Freática

La napa freática la podemos encontrar en la primera capa de aguas dulces o saladas subterráneas. Si perforamos unos pocos metros, la podemos encontrar bajo la superficie

de la tierra. Según diversos estudios, el volumen del agua subterránea es de mayor tamaño a la que se encuentra en los lagos, pero menor a la de los glaciares. Sin duda, este es un recurso muy importante para abastecer a la población mundial, sin embargo, es muy sensible a la contaminación ambiental y sobreexplotación. Los posibles orígenes de la contaminación pueden ser:

- Actividades domésticas (ej. mala ubicación y/o construcción de pozos ciegos, vertido de aguas residuales)
- Labores agrícolas y ganaderas (ej. filtración o lixiviación de pesticidas o agroquímicos en general)
- Actividades industriales, mineras o nucleares (ej. contaminación por actividad petrolífera)
- Disposición de la basura sin el empleo de las tecnologías apropiadas. (Imperep, 2018)

3.1.9 Impacto ambiental de las pilas desechadas en las oficinas

El tema de residuos peligroso como ser las pilas nos afectan a todos por que todos los producimos. Cualquier producto o servicio que consumimos requieren recursos naturales y, en poco tiempo, terminar produciendo grandes cantidades de desechos.

En las oficinas los residuos que se generan más están principalmente por papel, y cartón, lo cuales representan el 90% del total de los desechos que se producen, ya que el 10% serian desechos de pilas por lo que se requiere un área específico de trabajo de campo lo cual están compuesto con diferentes artefacto como ser GPS, Linternas, Radio, entre otros, esto artefacto son específicamente del área de oficina de campo lo que llevan a su funcionamiento la utilización de pilas de diferentes tamaños, las pilas cuando cumplen su vida útil en los artefacto mencionado son cambiada por un responsable del personal, lo cual se cambia las pilas y se lo lleva al basurero de la oficina junto a otros residuos y depositado al carro basurero.

Sin embargo, se tiene claro que este desecho de residuos peligroso como ser las pilas contienen una variedad de metales tóxicos, que están generando un impacto ambiental negativo por lo que no se tiene una separación adecuada y son depositado junto a otros desechos domiciliaria se estaría llevando la contaminación a una gran magnitud, (cabe resaltar que en la oficina no se acumula tantos residuos peligrosos “pilas”). Según (Estrupan, 2015)

3.1.10 Impacto ambiental por las pilas desechadas en los domicilios

El ser humano o las personas, están acostumbrada a la utilización de diferentes tecnología como también artefacto que utilizan en su vida cotidiana sin tomar en cuenta que se está haciendo un daño al medio ambiente, ya que generan los residuos peligrosos como ser las pilas, y lo acumulan junto a la basura común y depositada en un solo carro basurero, como también algunas personas lo dejan en su domicilio lo cual las pilas quedan por el entorno del domicilio desechada, por lo que se debe buscar diferentes alternativas a realizarse a la población acerca del desecho de las pilas sin uso en su domicilio. Según (Servin, 2019)

3.1.11 Impacto ambiental por las pilas desechadas en la zona rural

Haciendo un análisis y redacción de otras investigaciones se pudo definir : En la zona rural el impacto ambiental de las pilas desechada son arrojada junto a los residuos común y quemada en un poso, ya que en esta zona rural se tiene en cuenta la práctica que todo los habitante no cuentan con una buena práctica de la separación de este residuos o el reciclado correspondiente, como otro problema que a compañía al impacto ambiental es la falta de contar con un botadero municipal en la zona y la recolección de basura en estas zona ya que por ser zonas pequeñas y alejada de la ciudad no son de mucha importancia para la institución encargada lo cual cada poblador se encarga de eliminar su basura.

Se tiene en cuenta que en esta zona rural por algunas razones no cuentan con todo los servicios básicos y es donde requieren el uso por las noche mayor mente de las linternas como también de las radios para su uso frecuente, entre otras cosas como ser juguete, GPS,

es la zona que se consumen pilas en todo el transcurso del año y la que menos control tienen por parte del municipio, es por esas razones que ellos mismo eliminan las basuras con las pilas incluida en desuso, por la falta de conocimiento profundo ya que se tiene conocimiento mínimo que las pilas son dañina para el medio ambiente.

3.2 DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA QUE SE ENCUENTRA CERCA AL BOTADERO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE COBIJA

Como se pudo analizar anteriormente, una de las formas más comunes y nocivas de dispersión de los residuos tóxicos y metales pesados son los afluentes de agua, por tanto, para realizar el análisis de la contaminación en el Municipio de Pando, es necesario conocer la hidrografía comprometida en el estudio. Se analizó que el departamento de Pando forma parte de la cuenca del río Amazonas y posee abundantes recursos hídricos, siendo las principales cuencas colectoras de aguas del departamento: la del Madre de Dios, la del Beni, la del Orthon y la del Abuná; las dos últimas las más extensas del departamento.

Además, la ciudad de Cobija, cuenta con el Arroyo Bahía que es la fuente principal de abastecimiento de agua en el municipio y que no es apta para el consumo humano. Este arroyo tiene problemas ambientales como la deforestación, erosión, sedimentación, además de la contaminación de desechos humanos, animal y otras fuentes. Por otra parte, se tiene el Río Acre que sufre por la contaminación de alcantarilla que desaguan en el río y basura arrojada por los pobladores que viven por la orilla del río.

Es importante conocer los ríos o cuencas y vertientes subterráneas que pasan cerca del botadero municipal, para identificar la contaminación que se puede estar dando por la degradación de las pilas, es preciso mencionar que el botadero municipal se encuentra ubicado en la comunidad Villa Fátima a 15 km de la Ciudad de Cobija por la carretera a Munkden, en un predio que es del Gobierno Municipal de Cobija y cuyas superficies es de aproximadamente 20Has. A nivel de cuenca y de acuerdo a su área de influencia en la

cuenca que pertenece a la microcuenca de Villa Fátima, en el caso del presente estudio denominaremos la cuenca Nueva Esperanza y que se convierte uno de los tributarios del Rio Acre, por tanto, las corrientes de mayor importancia en la zona son del Rio Acre al Este y Norte y la del Arroyo Bahía al Oeste y Sur, en el área específica de la micro cuenca de incidencia en el sito de disposición final (relleno sanitario Villa Fátima). Se presenta las nacientes de tributario al Rio Acre, siendo los cauces más cercanos el denominado Nueva Esperanza y el Villa Fátima ubicado al Sur y al Norte representativamente.

A una distancia considerable de la zona de estudio existe un acuífero somero intermitente en las partes altas de la cuenca. Recibe su recarga a partir en la infiltración directa de la precipitación (áreas boscosas y deforestadas) y sede sus aguas (superficiales y subterráneas) al curso principal de playa Chua, el arroyo Virtudes y luego del Río Acre, este acuífero se encuentra a una distancia de aproximadamente 6km de la zona de estudio, en el nivel aproximado de 230msnm.

La principal cuenca del botadero municipal es la micro cuenca de influencia de la zona de estudio y por consiguiente de la futura operación del relleno sanitario es la que denominaremos Nueva Esperanza y cuyo tributario de segundo orden es el cauce del Rio Villa Fátima. El sitio de emplazamiento para el nuevo relleno sanitario se encuentra en medio de estas quebradas y parte de su lindero, se constituyen en la divisoria de aguas de ambas micro cuencas. Geomorfológicamente la microcuenca y la cuenca principal y que se convierten en tributarios del Acre, presentan las siguientes características.

Tabla N° 4 Parámetros Geomorfológicos de la Microcuenca

Micro Cuenca	Superficie (Has)	Perímetro (km)	Longitud del cauce principal (km)	Ancho de la cuenca (km)	Cota máxima (m)	Cota mínima (m)
Nueva Esperanza	5.625,443	39,001	18,356	6,218	280	185
Villa Fátima	1,388,656	17,559	7,534	2,894	280	245

Fuente: Elaboración propia

Se considera en la determinación de estos parámetros, que la microcuenca Villa Fátima es un tributario de la Microcuenca Nueva Esperanza, y en medio de estas dos, se encuentra desplazado en el relleno sanitario, teniendo un área de influencia de 65 Has, y en proximidades al sur este, externo al predio se encuentra la divisoria de aguas hacía ambas quebradas.

Algunas de las distancias importantes de la zona del botadero municipal de los principales causes son:

- Distancias al Rio Acre: 8,844km.
- Distancia al Cauce Nueva Esperanza: 0,994km.
- Distancia al Cauce Villa Fátima: 0,647km.
- Distancia al Acuífero más cercano: 6,100km.

3.2 MARCO LEGAL

3.2.1 Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia promulgada el 7 de febrero de 2009

En enero de 2009, se aprobó la Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia, constituyéndose en un Estado Unitario Social de Derecho Plurinacional Comunitario. En el marco de la Estructura y Organización Territorial del Estado, (Tercera Parte, Título I) establece la distribución de competencias privativas, exclusivas, concurrentes y compartidas para los diferentes niveles del Estado que comprende el gobierno central, departamental y municipal.

Referente al sector del Residuos Sólidos, la Constitución establece competencias privativas y exclusivas para el nivel central del Estado, que consisten en la Formulación de Políticas de Estado y el Régimen General. Por otro lado, establece competencias concurrentes entre el nivel central del Estado y las entidades territoriales autónomas, en lo referente a los residuos sólidos industriales y peligrosos y proyectos de tratamiento de

residuos sólidos. Para los gobiernos municipales autónomos establece competencias exclusivas que consisten en la ejecución de los servicios de aseo urbano, manejo y tratamiento de residuos sólidos en el marco de la política de Estado.

Así en su artículo 302 dentro de las competencias exclusivas de los gobiernos municipales autónomos, en su jurisdicción señala en sus numerales 5 y 6:

Preservar, conservar y contribuir a la protección del medio ambiente y recursos naturales, fauna silvestre y animales domésticos.

Elaboración de Planes de Ordenamiento Territorial y de uso de suelos, en coordinación con los planes de los niveles centrales del Estado, departamentales e indígenas. (Estado Plurinacional de Bolivia, 2009)

3.2.2 Ley de Derechos de la Madre Tierra, Ley N° 71 de 21 de diciembre de 2010

Esta ley tiene como objeto reconocer los derechos de la Madre Tierra, así como las obligaciones y deberes del Estado Plurinacional y de la sociedad para garantizar el respeto de estos derechos.

En materia de residuos en su Artículo 7 referente a los Derechos de la Madre Tierra, en su inciso 7, señala lo siguiente:

A vivir libre de contaminación: Es el derecho a la preservación de la Madre Tierra de contaminación de cualquiera de sus componentes, así como de residuos tóxicos y radioactivos generados por las actividades humanas. (Estado Plurinacional de Bolivia, 2010)

3.2.3 Ley de Gestión Integral de Residuos, Ley N° 755 de 28 de octubre de 2015

La Reglamentación de la Gestión operativa de los residuos peligrosos señala que los residuos de fármacos, pilas, baterías, focos, lámparas, luminarias en desuso, que se generan en fuentes de residuos municipales, de acuerdo a lo establecido en norma técnica

emitida por el Ministerio cabeza de sector, deberán ser almacenados en recipientes diferenciados y posteriormente entregados al servicio de aseo urbano o depositados en los centros de acopio temporal autorizados por la autoridad competente.

Asimismo, esta disposición normativa señala las responsabilidades para los Gobiernos Autónomos Departamental y expresa en su artículo 40:

Los gobiernos autónomos departamentales, en el marco del régimen y las políticas de la presente Ley, tienen las siguientes responsabilidades:

- a) Reglamentar y ejecutar en su jurisdicción las responsabilidades asignadas en la presente Ley.
- b) Ejecutar el régimen y la política nacional relativa a la Gestión Integral de Residuos.
- c) Establecer y aplicar la planificación departamental para la Gestión Integral de Residuos en concordancia con las políticas y principios de la presente Ley, y la planificación nacional.
- d) Incluir la Gestión Integral de Residuos en la planificación de Desarrollo Departamental.
- e) Promover la ejecución de proyectos de Gestión Integral de Residuos Industriales, Peligrosos y Especiales, de forma coordinada con los diferentes niveles de gobierno y el sector productivo.
- f) Promover o desarrollar programas referentes a educación, comunicación, ciencia, tecnología e investigación relacionados con la Gestión Integral de Residuos.
- g) Coadyuvar con los gobiernos autónomos municipales de su departamento, en las acciones que realicen para la consolidación de los sitios identificados para la implementación de infraestructuras de tratamiento y disposición final de residuos.

- h) Monitorear y hacer seguimiento a los problemas de contaminación originados por la gestión inadecuada de los residuos, exigir las acciones correctivas y de mitigación, e imponer las sanciones cuando correspondan.
- i) Emitir las autorizaciones correspondientes para el funcionamiento de las instalaciones de tratamiento o disposiciones cuando correspondan.
- j) Controlar el cumplimiento efectivo de la normativa técnica para la Gestión Integral de Residuos Industriales, Especiales y Peligros.
- k) Realizar el control técnico y ambiental de las instalaciones y los operadores autorizados para la gestión operativa de los residuos en los municipios.
- l) Emitir las autorizaciones y los registros correspondientes de los operadores de residuos especiales, industriales y peligrosos dentro del ámbito de su jurisdicción.
- m) Administrar la información departamental relativa a la implementación de la Gestión Integral de Residuos, de acuerdo a los requerimientos del Sistema de Información de la Gestión Integral de Residuos.
- n) Ejecutar en coordinación con el nivel central del Estado y con los gobiernos autónomos municipales, la Responsabilidad Extendida del Productor.
- o) Prestar asistencia técnica en la Gestión Integral de Residuos. (Estado Plurinacional de Bolivia, 2015)

3.2.4 Ley de Medio Ambiente, Ley N° 1333 de 27 de abril de 1992

La Ley del Medio Ambiente N° 1333, promulgada el 27 de abril de 1992, tiene como objetivo fundamental la protección y conservación del Medio Ambiente, consta de diversos instrumentos regulatorios formalizados mediante Decreto Supremo (D.S.) N° 24176, entre los cuales, se encuentran el Reglamento de Gestión de Residuos Sólidos y el Reglamento para Actividades con Sustancias Peligrosas.

3.2.5. Reglamento de Gestión de Residuos Sólidos de 9 de diciembre de 1995

El Reglamento de Gestión de Residuos Sólidos tiene por objeto establecer el régimen jurídico para la ordenación y vigilancia de la gestión de los residuos sólidos, fomentando el aprovechamiento de los mismos mediante la adecuada recuperación de los recursos en ellos contenidos. Su aplicación es a nivel nacional mediante la asignación de atribuciones a cada uno de los niveles de Gobierno.

3.2.6 Reglamento para Actividades con Sustancias Peligrosas

Son consideradas sustancias peligrosas aquellos que presenten o conlleven características de: corrosividad, explosividad, inflamabilidad, patogenicidad o bioinfecciosidad, radioactividad, reactividad y toxicidad, de acuerdo a pruebas estándar.

En el Reglamento, se establecen los procedimientos de manejo, control y reducción de riesgos de los residuos peligrosos. Para su aplicación, determina las funciones de los diferentes niveles de Estado, los cuales se resumen en la definición de políticas, normas, planificación, control y ejecución de acciones.

El artículo 8 dentro de sus Definiciones señala:

CONFINAMIENTO O DISPOSICION FINAL: Depositar definitivamente sustancias peligrosas en sitios y condiciones adecuadas, para minimizar efectos ambientales negativos. (Estado Plurinacional de Bolivia, 1995)

CORROSION: Desgaste, alteración o destrucción de tejidos vivos y material inorgánico debido a agentes o acción química. (Estado Plurinacional de Bolivia, 1995)

AFLUENTE: Fluido residual que puede contener sustancias peligrosas.

RECOLECCION: Acopio de sustancias peligrosas para fines específicos.

RESIDUO: Material o sustancia peligrosa, orgánica, inorgánica, sólida, líquidas, gaseosa, mezcla o combinación de ellas, resultante de o con destino a una actividad

tecnológica o científica, cuyos componentes son susceptibles de tratamiento o recuperación.

RIESGO: Peligro potencial evaluado, de acuerdo a la probabilidad de ocurrencia de la causa y severidad de su efecto.

SUSTANCIA PELIGROSA: Aquella sustancia que presente o conlleve, entre otras, las siguientes características intrínsecas: corrosividad, explosividad, inflamabilidad, patogenicidad o bioinfecciosidad, radioactividad, reactividad y toxicidad, de acuerdo a pruebas estándar. (Estado Plurinacional de Bolivia, 1995)

3.2.7. Reglamentos sectoriales para residuos peligrosos

De acuerdo a la Ley N° 1333, establece que los organismos sectoriales competentes, elaborarán las normas específicas pertinentes en los rubros de: Industria Manufacturera, Minería e Hidrocarburos.

Aun con la existencia de estos reglamentos, no se ha logrado establecer los mecanismos de articulación que definan los alcances y competencias de cada una de las instancias involucradas en el sector. La ausencia de una instancia como cabeza de sector a nivel nacional, que se encargue de coordinar y promover la participación interinstitucional e intersectorial, ha influido a que los sectores actúen de manera independiente sin una visión común.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 MATERIALES

Para definir los materiales a ser utilizados en la presente investigación, se efectuó un sondeo de mercado para identificar las marcas de pilas más utilizadas y los tipos de pilas que más consume la población, habiéndose determinado a través de entrevistas que en el Municipio de Cobija, la mayor cantidad de pilas utilizadas corresponden a las pilas primarias, más conocidas como AA, AAA y las pilas D, debido a que se utilizan en radios, linternas, juguetes, controles remotos, calculadoras, balanzas etc., siendo las 4 marcas más utilizadas en nuestro medio; Rayovac, Duracell, Panasonic y Sony, las cuales serán objeto de mayor análisis para finalmente analizar la composición de la pila a botón Sony por ser de mayor uso en este tipo de pilas.

4.1.1 Composición de las pilas según marcas de uso predominante en Cobija

Gráfico N° 2 Partes que conforman la pila zinc/carbón



Fuente: (Energize, 2018)

4.1.1.1 Composición de la Pila RAYOVAC

La fórmula o composición Zinc/Carbón de las pilas RAYOVAC es perfecta para dispositivos de bajo drenaje, como radios y controles remotos.

Todas las pilas contaminan, sin embargo, este tipo en particular de pilas zinc/carbón; es de los que menos contaminan, sin embargo, eso no quiere decir que su nivel de contaminación sea bajo, simplemente es mejor comparándola con otro tipo de pilas, se puede citar:

Zinc/Carbón: son pilas llamadas comunes o especiales para linterna, contiene muy poco mercurio menos del 0.01% está compuesto por carbono, zinc, dióxido de magnesio y cloruro de amoníaco, pueden contaminar 3.000 litros de agua por unidad, lo cual tienen un peso de sus metales químicos de 0,01 gramos de mercurio y de zinc/carbón 8,392 gramos.

Pilas secas de Zinc/Carbón o salinas tienen toxicidad baja su forma es cilíndrica, son desechables, su uso es para aparatos de bajo consumo de energía, una pila de estas puede contaminar hasta 3 mil litros de agua y se identifican con la leyenda R y un número o Zn/C. Entre las comunes tenemos:

- ❖ Las pilas del tipo AAA de Zinc/Carbón de la marca Rayovac miden 44,5 mm de longitud y 10,5 mm de diámetro, 1.2% de su peso en mercurio, y pesa 11,5 gramos.
- ❖ Las pilas de tipo AA mide 49,2 a 50,5 mm (1,94 a 1,99 pulgadas) de largo, incluyendo el botón del terminal, y 13,5 a 14,5 mm (0,53 a 0,57 pulgadas) de diámetro. El botón terminal positivo debe ser un mínimo de 1 mm de alto y 5,5 mm de diámetro máximo, el terminal negativo plano debe ser un diámetro mínimo de 7 mm.2, con un peso de 17.5 gramos aproximadas. por pila.
- ❖ Pila D Diámetro 1.31 pulgadas., Altura 2.32 pulgadas., Altura Total 2.38 pulgadas, con un peso de 140 gramos.
- ❖ Pila C con un diámetro de 25,5 mm, y un peso de 72 gramos- (Brainly-lat, 2018)

4.1.1.2 Composición de la pila DURACELL

Duracell es una empresa con cobertura mundial en la fabricación de pilas alcalinas, pilas especiales y recargables de alto rendimiento. Desde su fundación al principio de los años 1940, la empresa se ha convertido en una marca prestigiosa que comercializa grandes cantidades de pilas en nuestro país.

Pese a que Duracell asegura que su producto (pilas alcalinas) están compuestas principalmente de metales comunes como acero, zinc y manganeso, los cuales no causan riesgos a la salud o al medio ambiente si se utilizan y eliminan adecuadamente, sabemos que todas las pilas contienen elementos contaminantes y los países no tienen políticas de eliminación de residuos tóxicos que garanticen un 100% de tratamiento de residuos tóxicos. Por tanto, pese a que Duracell indique que sus pilas alcalinas tienen un 0% de mercurio, contienen al menos un 0,5% de esta sustancia, además de otros productos menos contaminantes.

Duracell asegura la reducción del impacto ambiental en la garantía de la calidad de lo requisito de la normativa ISO 9000, especifica la más alta calidad de la materia prima. Cada una de las pilas Duracell se comprueba en cuanto a la calidad ante de salir de la planta para asegurar el máximo rendimiento. Ya desde década, las superiores pilas alcalinas de Duracell no contienen ningún metal pesado, el peso de sus metales químicos es de 0,5 gramos de mercurio y de zinc y manganeso es de 9,529 gramos

- ❖ La pila del tipo AAA Alcalina Duracell pesan alrededor de 11,5 gramos cada una.
- ❖ La pila tipo AA Duracell alcalina tiene un Peso de 31,8 gramos, con una Dimensiones del producto 17,6 x 1,6 x 12 cm.
- ❖ La pila D alcalina de la marca Duracell tiene un Peso de 299 gramos con una Dimensiones de 4,7 x 6,9 x 1,4 cm.

La pila C Duracell alcalina tiene un peso de 313 gramos, con una Dimensiones de 12,1 x 17,4 x 2,7 cm. (Duracell, 2017)

4.1.1.3 Composición de la pila PANASONIC

La pila Panasonic es una pila alcalina que está hecha de zinc y dióxido de manganeso. El electrolito es de hidróxido de potasio, no contienen plomo, mercurio o cadmio, y las pilas de botón no contienen mercurio. Panasonic limita el impacto en el medio ambiente de diversas formas: Reduciendo las emisiones de CO₂ durante los procesos de producción ya que cuenta con la Certificación ISO14001 e ISO9001, el peso de sus metales químicos es de 0,002 de mercurio, de zinc y dióxido de manganeso es de 9,529 gramos.

- ❖ La pila Panasonic alcalina del tipo AAA tiene una Dimensiones 0.413 diámetro x 1.752 " (10x45m m), con un Peso 0.42 onza (12gramos), con un voltio de 1.5 V.
- ❖ La pila del tipo AA Panasonic alcalina tiene un Peso de 22,7 gramos. y una Dimensiones de 1,4 x 1,4 x 5,1 cm.
- ❖ La pila del tipo D mide 61 mm de longitud y 34 mm de diámetro y un peso de 139 gramos.
- ❖ La pila de tipo C mide 50 mm de longitud y 26 mm de diámetro y un peso de 69 gramos, con una vida de almacenamiento de 6 años. Según (Panasonic, 2018)

4.1.1.4 Composición de la pila SONY

La pila Sony de iones de litio, también denominada Li-Ion, es un dispositivo diseñado para almacenamiento de energía eléctrica que emplea como electrolito una sal de litio que consigue los iones necesarios para la reacción electroquímica reversible que tiene lugar entre el cátodo y el ánodo, el peso de su metal químico es de 0,3 gramos de mercurio y de dióxido de plata es de 10 gramos.

Sony produjo la batería de iones de litio, recargable y una versión más estable de la batería de litio (el litio puro reaccionaba violentamente al contacto con un medio acuoso), ya que últimamente se encuentra la pila Sony de óxido de plata libre de mercurio.

Esta marca ha ampliado su gama de pilas hechas sin este componente potencialmente peligroso como parte de su continuo compromiso por una fabricación responsable. También se usa la pila mini alcalina libre de mercurio, con una gran variedad de aplicaciones, desde juguetes y calculadoras a radios portátiles, sin comprometer el rendimiento ni la seguridad. La marca señala que el potencial impacto medioambiental positivo de la tecnología de pilas libres de mercurio de Sony se hará evidente al considerar algunas de estas cifras:

- Sony vende aproximadamente 400 millones de pilas de óxido de plata y mini alcalinas cada año.
- Al introducir productos libres de mercurio se reducirá el uso anual de mercurio en 470 kilogramos.
- Tan sólo 1 gramo de mercurio es suficiente para contaminar 400 litros de agua.
- ❖ La pila AA alcalina Sony mide 28,5mm de largo y 10,3mm de diámetro, con un peso de 51 gramos.
- ❖ La pila de tipo AAA alcalina Sony tiene una Dimensiones de 8x1x12cm con un Peso de8gramos.
- ❖ La pila D con un Peso de 259 gramos, y una Dimensiones de 115 x 83 x 34 cm.
- ❖ La pila C alcalina Sony que mide 50 mm de longitud y 26 mm de diámetro y un peso de 69 gramos. (Sony, 2018)

4.1.2 Composición de las pilas a botón

Analizaremos la marca Sony de botón, de mayor consumo en el municipio, misma que está compuesta de óxido de plata, son ideales para su uso en relojes no contienen mercurio, con zinc 10% de anodo, oxido de plata con un 27% cátodo, mercurio 1%, cloruro de sodio o hidróxido de sodio y plástico y lamina 29%. Con una Altura: 2,1 mm, Diámetro: 1,16 cm, Peso: 0,9 gramos. (Sony pila a boton, 2018)

4.2 MÉTODOS

El trabajo se dividió en tres partes principales, la Metodología descriptiva, metodología observacional y la Metodología cuantitativa:

4.2.1. Metodología Descriptiva

Es una investigación descriptiva porque a partir de la identificación de los rasgos que caracterizan el problema, se explica la naturaleza de cada uno de ellos y su interrelación como elementos constituyentes de una problemática. (Martinez, 2019). Por lo que se llevó a cabo esta metodología por lo que se tenía muy poca información y datos al problema planteado en la investigación que se desarrolló.

4.2.2 Metodología Observacional

Que se clasifica en: Indirecta y Directa.

- **Indirecta:** trabajamos por registros descritos libros, documentos, bibliografía, entre otras informaciones que se encontró en el trascurso de la investigación.
- **Directa:** se observó directo en problema planteado de la investigación, obteniendo datos y resultados exactos, recolectando datos del tamaño de nuestro universo que son los distribuidores y consumidores y así mismo se determinó el volumen de las pilas mensualmente y la disposición final, con todos estos datos, estimamos los elementos contaminantes que llegan a la napa freática.

Este método contó con el apoyo de una técnica: La Entrevista, pues a través de las entrevistas realizadas con unas series de preguntas referentes al problema planteado a los involucrados, llegamos a las razones de sus comportamientos y conocimientos sobre el impacto ambiental de las pilas.

4.2.3 Metodología Cuantitativa

Es un método que utiliza técnicas estadísticas para la recogida y análisis de datos, está relacionada con el levantamiento de datos, basados en la utilización de los números para analizar, investigar y comprobar tanto información como datos. Es uno de los métodos más conocidos y utilizados en las matemáticas, la informática y la estadística. (Cruz, 2017). En esta metodología utilizamos las técnicas estadísticas para la recogida de datos que lo realizamos a través de la toma de muestra:

- **Nuestro Universo:** serán todos los distribuidores mayoritarios de pilas, como también los consumidores de pilas, para determinar el volumen mensual de pilas que se comercializan, así como también para determinar el nivel de conocimiento sobre contaminación y hábitos de disposición final de las pilas por parte de los consumidores.
- **Nuestro tamaño de muestra:** Para determinar el número de pilas comercializadas en Cobija se entrevistó a los distribuidores mayoristas de pilas que son 6(seis), como también los distribuidores de pilas a botón son 4 (cuatro) haciendo un total de 10 distribuidores.

Para determinar el nivel de conocimiento de la población sobre el impacto ambiental que pueden causar las pilas y los hábitos de consumo y disposición de las pilas se realizaron encuestas a una muestra de la población.

Para aplicar las encuestas, se determinó el tamaño de una muestra estadísticamente representativa utilizando la fórmula sugerida por Weires:

De acuerdo al Anuario Estadístico 2017 del Instituto Nacional de Estadística (INE), la proyección poblacional para el 2018 en el municipio de Cobija alcanza a 70, 563 habitantes (37, 091 hombres y 33, 472 mujeres). Se calcula para el año 2020 habrá alrededor de 78,555 habitantes solo en el municipio de Cobija. (INE, 2017)

$$\text{Fórmula planteada } n = \frac{z^2 \sigma^2 N}{E^2 N + z^2 \sigma^2}$$

Donde:

n= número de viviendas a muestrear

N =tamaño de la muestra

Z = desviación estándar (1.96) con un nivel de confianza de 95%

σ =es la desviación estándar poblacional

E =error de muestreo estimado en un 6 %

Desarrollo

$$Z = 1,96$$

$$Q = 0,335$$

$$N = 78555 \text{ hab}$$

$$E = 6\%$$

$$n = \frac{1,96^2 * 0,335^2 * 78555}{0,06^2 * 78555 + 1.962 * 0.335^2} = 119.57 \approx 120$$

Utilizando la proyección de población del INE para el año 2020, nuestra muestra con el nivel de confianza del 95% es de 120 personas.

Las encuestas se realizaron a residentes de diferentes barrios de la ciudad de Cobija, a ciudadanos con edades que oscilan entre 25 a 48 años, con preguntas referentes al conocimiento del impacto ambiental que ocasionan las pilas cuando pierden su vida útil y son abandonadas sin ningún tratamiento.

Aclarando que en el trabajo de investigación no existen las condiciones para realizar el análisis de metales pesados, se estimó el impacto basado en el volumen de pilas que son desechadas mensualmente.

4.3 Diseño de investigación

Por su naturaleza es una investigación no experimental transversal ya que no se manipulará la variable. (Granjeles, 2000)

4.4. Tipo de la investigación

De acuerdo al propósito de la investigación es de tipo aplicado, puesto que se aplicó conocimientos previos adquiridos de un aprendizaje teórico, además resolver problemas reales. (Sampieri)

4.5. Nivel de la investigación

El tipo de esta investigación es descriptivo, puesto que describiremos la variable y el fenómeno en general, pero además buscaremos explicar la relación que existe entre dos variables. (Sampieri)

4.6. Enfoque de la investigación mixto (cuantitativo y cualitativo)

Mixto: Porque tiene como objetivo la descripción de las cualidades de un fenómeno por lo tanto está basado en mediciones, estadísticas, etc. Sin embargo, mediante la recolección de fuente secundaria podremos lograr alcanzar nuestros objetivos planteados. (Sampieri)

4.7. Población y muestra

La población de nuestro estudio está conformada por todas aquellas personas involucrados con el problema.

4.8. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.8.1. Técnicas

Las principales técnicas de recolección de información son:

- La revisión bibliográfica
- El cuestionario

4.8.2. Instrumentos

Para tal efecto, los instrumentos aplicables a la tesis son:

- La encuesta
- Cuestionario de encuesta

5. RESULTADOS

5.1 Evaluar el Impacto Ambiental producido por las pilas desechadas sin medidas ambientales en el municipio de Cobija del Departamento de Pando.

Se definió este objetivo debido a que en Cobija no se cuenta con un abordaje adecuado sobre las pilas, por lo que cuando ya no se usan son depositadas junto con la basura común, provocando una gran contaminación al medio ambiente, este proceso de contaminación puede durar 500 años y al estar en contacto con basura orgánica, agua, aire, el sol, la contaminación se acelera bastante. Lamentablemente ni el gobierno municipal, ni el gobierno departamental han establecido políticas o han incluido entre sus prioridades contar con rellenos sanitarios que estén adecuados para residuos tóxicos como tampoco existe una empresa encargada de su tratamiento final, permitiendo la silenciosa contaminación ambiental y exponiendo a un grave riesgo a la población, con consecuencias irreversibles para la salud humana.

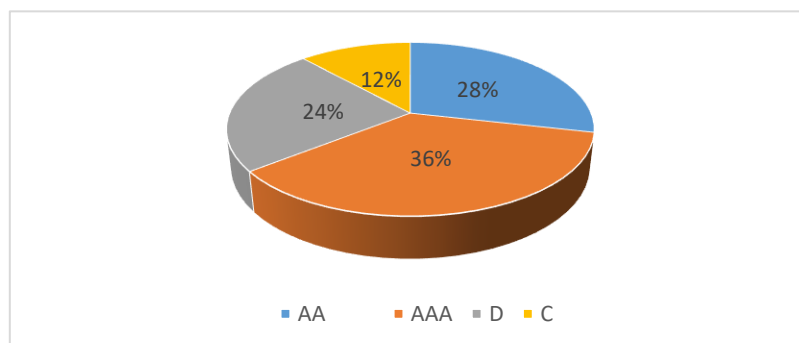
5.2 Estimación del volumen de pilas desechadas mensualmente en la ciudad de Cobija

Para estimar el volumen de pilas desechadas mensualmente en el Municipio de Cobija, se identificaron los distribuidores principales de pilas, para aplicar las encuestas, obteniendo datos de seis distribuidores mayoritarios de la ciudad. Estas distribuidoras se encuentran ubicadas: por la avenida Pando se identificaron 3 (tres) distribuidores de pilas, Comercial Flores, Comercial Cruz del Norte y Comercial Ricardo Cruz, tenemos un cuarto distribuidor en la Avenida Nazaria Samy, en la Av. 9 de febrero se tiene otra distribuidora denominada Comercial Arco Iris y la última denominada Comercial Impor Expor Acre Corp. que se encuentra en la calle Comercio.

A través de la recolección de datos se identificó los cuatro tipos de pilas principales en la ciudad que son, del tipo AA, AAA, D, C, como se observa en el gráfico 3, siendo la preferencia de consumo de pilas de tipo AAA, que abarca el 36% del consumo total,

seguido de las pilas AA, con un 28%, luego las pilas D con un 24% y finalmente las pilas C con un 12%.

Gráfico N° 3 Porcentaje de la preferencia de consumo según tipos de pilas.



Fuente: Elaboración Propia

Las principales marcas de pilas que se distribuyen en la ciudad de Cobija son:

- RAYOVAC
- SONY
- DURACELL
- PANASONIC

La marca de pilas más consumida es RAYOVAC seguida por las marcas SONY, PANASONIC, DURACELL como se observa en la tabla 6. El número total de pilas que se consumen al mes de las 4 marcas observadas es de 11,713 unidades.

Tabla N° 5 Consumo mensual de pilas según tipo

MARCAS DE PILAS	NUMERO DE CAJAS POR TIPO DE PILAS VENDIDAS AL MES				TOTAL DE CAJAS	UNIDADES VENDIDAS POR TIPO DE PILAS AL MES				TOTAL DE UNIDADES
	AA	AAA	D	C		AA	AAA	D	C	
RAYOVAC	35	45	28	14	122	1680	1800	672	336	4488
DURACELL	20	27	17	10	74	800	1080	340	200	242
SONY	25	25	20	8	78	1000	1000	400	160	2560
PANASONIC	17	25	16	8	66	765	1000	320	160	2245
TOTAL POR TIPO DE PILAS	97	122	81	40	340 CAJAS	4245	4880	1732	856	11,713 UNID.

Fuente: Elaboración propia.

Utilizando los datos de referencia de los fabricantes se determinó que el volumen total de los cuatro tipos de pilas (AA, AAA, D, C) asciende a un total de 606,51 kilogramos mensuales (Tabla 6).

Tabla N° 6 Generación total de los 4 tipos de pilas al mes en kilogramos

PESO TOTAL EN KILOGRAMOS DE LAS 4 MARCAS DE PILAS	
TIPOS DE PILAS	PESO TOTAL EN KILOGRAMOS
TIPO AA	100,7
TIPO AAA	53,12
TIPO D	343,82
TIPO C	108,87
	606,51 KILOGRAMOS

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 7 Cantidad de comercialización de pilas a Botón

CANTIDADES COMERCIALIZADAS POR MES				
COMERCIANTES	TIPOS DE PILAS	TOTAL COMERCIALIZADO AL MES		
ARIANA	BOTON	10	TIRAS(5)	50
JORGE	BOTON	8	TIRAS(5)	40
ORIENTE	BOTON	10	TIRAS(5)	50
ARIES	BOTON	9	TIRAS(5)	45
				185

Fuente: Elaboración Propia.

Se estimó en 185 pilas de botón que se adquieren por mes en Cobija, principalmente para el funcionamiento de relojes de mano, algunas calculadoras científicas, juguetes, etc., estas pilas nos llegan de diferentes departamentos y contienen 5 tiritas, siendo en su mayoría de procedencia china y de la marca Sony, una vez que concluyen su vida útil, son desechadas juntamente con la basura común y van directo al carro basurero al igual que las anteriores pilas.

5.3 Estimar el nivel de contaminación acumulada producida por la disposición inadecuada de las pilas

5.4 Estimación de metales químicos generados según marcas de pilas

Se utilizaron los datos de los fabricantes para determinar la cantidad, en kg, de elementos que pueden ser emitidos al ambiente cuando las pilas pierden la protección externa en el botadero o a la intemperie, Se observó que la pilas Rayovac generan al mes un total de 37,66kilogramos de Zinc/carbón y 0,044,88 kilogramos de Mercurio al mes, Duracell genera al mes un total de 23,06 kilogramos de Zinc y manganeso y 1,21 kilogramos de Mercurio, la pila Panasonic genera al mes un total de 21,39 kilogramos de Zinc y dióxido de manganeso y 0,004,49 kilogramos de Mercurio y las pilas Sony genera al mes un total de 25,6 kilogramos de Dióxido de plata y 0,768kilogramos de Mercurio. (Tabla 8)

Tabla N° 8 Estimación de metales químicos según marca de pilas

MARCA DE PILAS	COMPOSICION QUIMICA	PESOS (GRS)	TOTAL DE GENERACION DE PILAS	TOTAL GENERACION METALES (kgrs/mes)
RAYOVAC	ZINC CARBON	8,392	4,488	37,663 Zinc/carbón
	MERCURIO	0,01		0,04488 Mercurio
DURACELL	ZINC Y MANGANESO	9,529	2,420	23,06 Zinc y manganeso
	MERCURIO	0,5		1,21 Mercurio
PANASONIC	ZINC Y DIOXIDO DE MANGANESO	9,529	2,245	21,392 Zinc y dióxido de manganeso
	MERCURIO	0,002		0,00449 Mercurio
SONY	DIOXIDO DE PLATA	10	2,560	25,6 Dióxido de plata
	MERCURIO	0,3		0,768 Mercurio

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar que el mercurio es un elemento constante en las cuatro marcas de pilas, aunque en concentraciones muy pequeñas dando un total de 2,02737 kgrs de mercurio al mes que estarían llegando al ambiente.

La estimación de pilas en kilos que se estarían desechando al mes en la ciudad de Cobija, siendo abandonadas o depositadas en el botadero municipal corresponde a 605 kilogramos (tabla 8).

Tabla N° 9 Estimación en kilogramos total de pilas desechadas por marca

PESO EN KILOGRAMOS DE LAS PILAS POR MARCA			
Marcas	Composición	Peso total en kilogramos	peso total en kilo
Rayovac	zinc carbono	168,37	17
Duracell	zinc manganeso	202,12	2
Panasonic	zinc y dióxido de manganeso	84,88	0,85
Sony	Li-Ion	151,14	0,15
			606,51 KILOGRAMOS

Fuente: Elaboración propia.

También se realizó la recolección de datos sobre las pilas a botón con los distribuidores principales, indagando sobre la cantidad de pilas requeridas al mes en la ciudad de Cobija obteniendo los siguientes resultados:

Tabla N° 10 Estimación de los artefactos que más demandan el empleo de pilas

N° ENCUESTAS	USOS DE PILAS					
	AA	AAA	D	C	BOTON	OTROS
120	Juguetes	Juguetes	Radio	Linternas	reloj de mano	Micrófono
	reloj de pared	control remoto	Linternas	Radio	calculadora científica	Oxímetro
	linternas	calculadora			Juguetes	
	Punteros					
	Mouses					

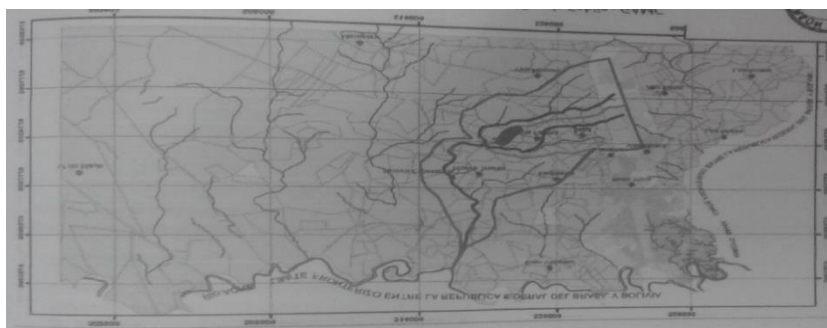
Fuente: Elaboración propia

A través de las encuestas, se ha requerido saber de la población, el conocimiento sobre el impacto ambiental ocasionado por las pilas que son desechadas sin ningún tratamiento, como también cuántas personas no tienen conocimiento sobre las consecuencias

ambientales de esta práctica, arrojando los siguientes resultados: de los 120 encuestados podemos observar que 65 personas señalan tener poco conocimiento, 45 muy poco y 15 personas mencionan que supuestamente no le dan importancia al desecho de las pilas es como que no tienen conocimiento del daño que ocasionan las pilas al medio ambiente:

5.5 Posible contaminación acumulada producida por la disposición inadecuada de las pilas en las cuencas que se encuentran cerca al botadero municipal

La microcuenca de influencia de la zona de estudio y por consiguiente de las futuras operaciones de relleno sanitario es Nuevas Esperanza y cuyo tributario de segundo orden es el cauce del Río Villa Fátima. Como se observa en el mapa, la microcuenca está muy cercana al actual botadero Municipal y existe una gran probabilidad de estar siendo contaminada por los lixiviados que se producen en el botadero, que incluyen metales tóxicos de las pilas que son transferidos al medio cuando se deterioran las envolturas protectoras de las pilas.



Elaboración – mapa hidrográfico de Cobija-GAMC 2016

5.6 Establecer el nivel de Conocimiento de la población frente al impacto ambiental ocasionado por las pilas

Mediante encuestas a una muestra poblacional de 120 personas residentes de diferentes barrios de la ciudad de Cobija, se identificaron los 4 tipos de pilas que se utilizan con mayor frecuencia por la población de Cobija como se observa en la tabla 10.

Tabla N° 11 Tipos de pilas que más utiliza la población

N° ENCUESTAS	TIPO DE PILAS QUE UTILIZAN MAS					
	AA	AAA	D	C	BOTON	OTROS
120	110	120	48	20	95	5

Fuente: Elaboración propia

De la encuesta se extracta que las pilas tipo AAA son de mayor consumo, ya que las 120 personas respondieron que las utilizan en algún momento- El tipo de AA también es de uso generalizado, ya que 110 de los 120 encuestado las utilizan y finalmente, las pilas a botón también son de uso frecuente, pues 95 personas afirmaron su uso.

Sobre los artefactos de uso frecuente de la población que ocasionarían la mayor demanda de pilas en Cobija, se advierte que los juguetes ocupan un lugar preponderante seguido de otros artefactos de uso cotidiano (tabla 11).

Tabla N° 12 Nivel de conocimiento de la población sobre el impacto ambiental de las pilas

CONOCIMIENTO DEL IMPACTO AMBIENTAL EN LA CIUDADANIA POR LAS PILAS			
N° ENCUESTAS	POCO	MUY POCO	NADA/NO RESPONDIERON
120	65	40	15

Fuente: Elaboración propia

Lo cual se puede observar en la tabla N° 12 a la encuesta en la preguntada sobre el conocimiento del impacto ambiental por las pilas.

Sobre la pregunta acerca de la disposición de las pilas, el 84% indico que las arrojaban al basurero con los residuos comunes que luego son recogidos por l carro basurero, el 15% arrojan las pilas al patio o a la calle y el 1% indico que reciclaban.

5.7 Medidas de mitigación y minimización del uso de las pilas de acuerdo a los resultados encontrados

El estudio investigado, presento diferentes resultados encontrado, en el transcurso del trabajo de campo que se llevó acabo en un periodo de tiempo, lo cual para la medidas de mitigación y minimización del uso de las pilas en la ciudad de cobija, se llegó a establecer diferentes medidas de mitigación y minimización de pilas, que se describe en la parte de las recomendaciones de estudio de investigación las diferentes medidas y minimización que se pondrá desarrollar en el desecho de pilas en la ciudad de cobija.

Aclarando también porque no se recurrió al análisis de suelos y aguas, especialmente en cercanías al Botadero Municipal de Cobija, para determinar de manera directa el nivel de contaminación producido por las pilas, lo que se responde que no se pudo recurrir a los análisis de suelo y agua por falta de presupuesto del postulante ya que en la ciudad de Cobija no se cuenta con laboratorio especializado en esto análisis, y se necesitaba mandar la muestra de análisis a otro departamento como Santa Cruz lo cual no se contaba con el presupuesto requerido, ya que si bien se sabe que en la universidad de Pando en la Ciudad de Cobija, se tiene un Laboratorio en el área de ACNB de aguas y suelos, pero esto determinaban análisis que no coincidía con el análisis que se tenía que realizar en el estudio de investigación.

6. DISCUSIÓN

Se ha encontrado que el botadero municipal de cobija que se encuentra a medio kilómetro de las cuencas cercanas, se estaría generando potencialmente la contaminación a las cuencas, a consecuencia de la degradación de las pilas desechadas mensualmente en el botadero, ya que estas pilas no reciben ningún tratamiento para su disposición final por lo que están expuesta al deterioro más rápido al estar en contacto con otros residuos que son desechados en el mismo lugar, por lo que está generando una contaminación lenta al medio ambiente ya que las pilas liberan metales tóxicos y pueden causar daño a la salud de las personas ya que se encontró que cerca del botadero existe una comunidad llamada Villa Fátima en la cual habitan personas mayores como también niños, la población consume el agua de las cuencas que se encuentran en las cercanías del botadero.

Los estudios del investigador (Gustavo Cardoso, 2017) revelan que tan sólo una pila (con mercurio) puede contaminar hasta 600 mil litros de agua. Por lo que plantean una política pública para contener la contaminación que pueden causar estos desechos en botaderos y otros lugares donde la naturaleza puede ser afectada, por las pilas que se encuentran en el mismo lugar. La única forma de tratar los desechos, consiste en encapsularlos en celdas especiales, para evitar la humedad, que es el momento en que las pilas comienzan a corroerse y emergen los metales pesados para que no afecte al medio ambiente sobre todo a los acuíferos que se pueden encontrar en el botadero, como también evitar la contaminación del suelo del botadero por lo que las pilas están en contacto con otros residuos y ayudan a su degradación más rápida y afectando la salud de las personas a través de diferentes enfermedades que causan las pilas.

Lo cual se sabe que las pilas contienen mercurio y por descuido llega a una fuente natural de agua, contaminan todos los seres vivos, incluidos los que consumimos los seres humanos y pueden producir enfermedades mortales y malformaciones fetales. Existen estudios que muestran que el 35% de la contaminación por mercurio es ocasionada por las pilas que se incineran con los residuos domésticos.

El estudio de (Jose Castro, 2013) calcula que en los últimos 43 años, en el territorio nacional de México se han liberado al ambiente aproximadamente 635 mil toneladas de pilas, cuyos contenidos incluyen elementos inocuos al ambiente y a la salud (en cantidades proporcionalmente adecuadas), como carbón(C) o zinc (Zn), pero también elementos que pueden representar un riesgo debido a los grandes volúmenes emitidos, como es el caso de 145,918 toneladas de dióxido de manganeso (MnO₂) y otros elementos tóxicos como 1,232 toneladas de mercurio (Hg); 22,063 toneladas de níquel (Ni); 20,169 toneladas de cadmio (Cd) y 77 toneladas de compuestos de litio (Li). Dichas sustancias tóxicas representan casi el 30% del volumen total de residuos antes mencionado, es decir, aproximadamente 189,382 toneladas de materiales tóxicos de pilas. Los datos presentados del volumen desechados de pilas representan un promedio 1230 ton/mes sin utilizar ajustes anuales por crecimiento demográfico. Realizando cálculos muy gruesos asumiendo una población de 126 millones aproximadamente en México se encuentra un valor de 670 Kgr/mes que es muy similar encontrado en el presente estudio. Posiblemente debido a los escasos de registros de importación d pilas los datos presentados estén subestimados.

Utilizando los mismos parámetros de cálculo se encuentra que los valores de los elementos al medio ambiente son muy similares al de este estudio.

Además, estudios científicos avalados por el convenio de Basilea sostienen que una pila común (doble A) pueden contaminar hasta 5.000 litros de agua y una de mercurio (con forma de pastilla) hasta 6.00.000 litros de agua.

De acuerdo a (Mendez-Sanchez, 2006) encontraron que las pilas más caras (Duracell Tectron) producía un mayor cambio en el pH. Del agua a baja exposición (en tiempo) comparada con la pila más barata (Tectron) en el mercado mexicano, afirmando que las pilas duracell duran más y cuestan más pero si no se manejan adecuadamente ya como residuos entonces también contaminan más. Este resultado es muy interesante ya que una

encuesta previa al trabajo de investigación indicaba que todos pensaban que por el bajo costo y calidad las pilas tectron contaminarían más que las duracell.

En Latinoamérica los residuos peligrosos de pilas y baterías representan hoy un problema ambiental de difícil abordaje. Es necesario entender, que se debe controlar los consumos o hacerlos más razonables, ya que millones de pilas y baterías son usadas en artefactos prescindibles sin que se haya generalizado el uso de pilas y baterías recargables

No existen en todos los países tecnologías de tratamiento para la mayor parte de las pilas y baterías, el consumo de pilas, primarias (no recargables o desechables) y secundarias (recargables) tienen a incrementarse año tras año en cada país de Latinoamérica, no sólo por el crecimiento de la población sino también por el incesante aumento de la cantidad de aparatos y artefactos que las utilizan, es por ello necesario tener en cuenta la toxicidad de sus compuestos en virtud.

En el departamento de Pando se realizó “El Diagnóstico de la Gestión de Residuos Sólidos del Departamento de Pando en el año 2011” que fue realizado por el Ministerio del Medio Ambiente y Agua, el cual determinó que los residuos peligrosos de pilas y baterías, son recolectados y transportados hasta el sitio de disposición final (botadero municipal) conjuntamente con los residuos domiciliarios ya que aún no se cuenta con un Relleno Sanitario o una Empresa recicladora, por lo tanto no se tiene la separación y la disposición final adecuada de estos residuos peligrosos.

Al no existir información específica sobre la cantidad de generación de volumen de pilas que se descartan o desechan en la ciudad de Cobija al mes, era necesario conocer cuál es la situación actual sobre los residuos peligrosos como ser las pilas, como también mostrar el riesgo que pueden causar al medio ambiente y la población al deshacerse y descomponerse de su armazón y liberar los metales tóxicos que contiene. Las pilas al no tener un tratamiento final, se pueden encontrar dispersos por las calles, patios de los terrenos, contaminando al medio ambiente de alrededor. Al estar expuestas en el aire libre,

sufren el deterioro de sus envolturas que son afectadas internamente por el clima y por la basura orgánica fermentada, elevando la temperatura, actuando como un reactor de la contaminación. Se desarrolló un experimento demostrativo sobre degradación de las pilas en las que se encontró que las pilas se degradan más rápido al estar en contacto con residuos domiciliario y al aire libre, sufre más rápido su degradación, con las diferencias que las pilas si están en contacto con residuos domiciliarios con agua o humedad su deterioro es más lento. Sin embargo, (Mendez-Sanchez, 2006) encontraron que las pilas en agua alteran el Ph del mismo y su efecto cambia de acuerdo al tiempo de exposición.

Tampoco la información podría acompañarse de una política de selección de desechos y reciclaje debido a que no contamos en el botadero municipal con lugares para el tratamiento final de este tipo de residuos sólidos.

No se difunden en nuestro medio, spots o información que difunda los efectos de las consecuencias en plantas, animales, suelo y personas, de desechar las pilas sin ningún tratamiento, junto con la basura común.

Como no se tienen políticas de reciclaje, selección y clasificación de la basura, todos los desechos incluyendo las pilas van a dar al botadero municipal que cuenta con afluentes aledaños que sin lugar a dudas contribuyen a la dispersión de los metales pesados que liberan las pilas con los nefastos efectos sobre el medio ambiente y la salud humana, efectos irreversibles sobre los cuales desconocemos por falta de información. Estas condiciones referidas al desconocimiento del público acerca del riesgo de contaminación por pilas son muy similares a las encontradas por (Chavez, 2019) en su tesis sobre impactos ambientales producidos por el uso de pilas en el cantón Guayaquí, provincia del Guayas.

La población el 54% poco conocimiento y 56% muy poco y nada, desconoce el tratamiento que deben tener los desechos tóxicos, por falta de información y difusión de los efectos nocivos de los mismos, no existen campañas destinadas a reciclar y limpiar

Cobija de estos desechos, tampoco las entidades a cargo realizan informes o spots destinados a combatir la contaminación, esto se relaciona con que tampoco se cuenta con una empresa municipal de recojo de basura que tenga la capacidad de hacer un tratamiento diferenciado de los residuos sólidos. No existe un mecanismo ni procedimiento de disposición final de residuos sólidos, por lo que simplemente cuando las pilas finalizan su vida útil, son depositadas junto a la basura domiciliaria y llevada al botadero municipal.

En resumen, el presente trabajo de investigación consistió en ver la composición de las pilas y el volumen de generación de residuos tóxicos por pilas de la población, también se demostró los principales riesgos para la población por los lixiviados en las aguas. Así como para el medio ambiente, ya que el principal riesgo es el contenido de mercurio en las aguas y en el suelo. Esta contaminación implica probables efectos adversos para los organismos que crecen en el agua y para la cadena trófica suelo-lombrices-aves de presa/mamíferos.

Existe otro factor importante para combatir la contaminación ambiental que es la información; la falta de sensibilización a la población de la ciudad de Cobija, específicamente a los distribuidores o comerciantes y usuarios de pilas sobre las consecuencias del volumen de generación de pilas desechadas sin ningún tratamiento al botadero municipal, del tiempo acelerado de degradación por los diferentes cambios de temperatura y clima y las condiciones en que son desechadas, son factores que también contribuyen a la contaminación ambiental, pues el desconocimiento impide que se puedan realizar acciones para frenar y finalmente detener la contaminación por el factor pilas.

La falta de educación ciudadana destinada a evitar que las pilas se arrojen en cualquier lugar de la ciudad sin ningún tratamiento, nos enfrenta al riesgo exponencial de la afectación de nuestra propia salud y la de nuestros descendientes por varias generaciones, ya que los metales pesados, cuando entran en contacto con el suelo, agua, aire, provocan efectos irreversibles en toda la vida que los rodea.

7. CONCLUSIONES Y/O RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

En Bolivia, no se cuenta con un abordaje adecuado sobre las pilas, en su mayoría, los departamentos del país no cuentan con rellenos sanitarios que estén adecuados para estos residuos peligrosos como tampoco cuentan con una empresa encargada de su tratamiento final, siendo solo los departamentos de La Paz, Cochabamba, Santa Cruz y Oruro los que cuentan con una empresa municipal de aseo, para el almacenamiento y separación de estos residuos peligrosos.

En Cobija los residuos peligrosos de pilas y baterías, son recolectados y transportados hasta el sitio de disposición final, es decir, al botadero municipal conjuntamente con los residuos domiciliarios ya que aún no se cuenta con un Relleno Sanitario o una Empresa recicladora, por lo tanto, no se tiene la separación y la disposición final adecuada de estos residuos peligrosos, en consecuencia, se concluye lo siguiente:

- El 70% de la población entrevistada señaló que desecha las pilas en desuso con la basura común, por lo que su destino final es el botadero municipal, el porcentaje restante arroja las pilas zonas aledañas a su domicilio o las deja a la intemperie.
- La preferencia de consumo de pilas según tipo en Cobija se presenta según los siguientes porcentajes: tipo AAA, que abarca el 36% del consumo total, seguido de las pilas AA, con un 28%, luego las pilas D con un 24% y finalmente las pilas C con un 12%, esto debido principalmente que son los controles remotos, juguetes los que mayor demanda de pilas generan y los mismos suelen funcionar con pilas AAA.
- Sobre las preferencias de pilas que se distribuyen en la ciudad de Cobija, se vio que las 4 marcas más requeridas son: RAYOVAC, SONY, DURACELL y PANASONIC, según costos y disponibilidad en el mercado.
- Se ha determinado que de todos los metales que liberan las pilas, la sustancia más contaminante es el mercurio; es un metal tóxico para el medio ambiente que

deteriora el suelo y el agua, pudiendo generar una contaminación alta con graves efectos en la salud humana. Las sustancias que contienen las pilas dependen del tipo pilas que estemos hablando; podemos encontrar las que contienen polvo de zinc, dióxido de manganeso, mercurio, cadmio y níquel, reiterando que, sin lugar a dudas, la sustancia más tóxica es el mercurio. En Cobija, de las 4 marcas de pilas más utilizadas, la marca SONY la que menor cantidad de mercurio presenta, por el contrario, la marca DURACELL presenta la mayor cantidad de mercurio, siendo por tanto las más tóxicas.

- El ciclo de contaminación es constante debido a la gran cantidad de sustancias que llegan al agua y por tanto a cultivos que son regados con estas aguas, así como a los animales de quienes ingerimos su carne, por lo que el impacto cíclico y permanente amerita de políticas serias de recojo y disposición de desechos tóxicos y de información a la población.

Sobre los objetivos específicos de la investigación se concluye lo siguiente:

- Sobre el volumen de pilas que son desechadas mensualmente en la ciudad de Cobija, en base al consumo mensual, se logró estimar que un total 606.52 kilogramos al mes de pilas son desechadas, yendo a parar en su mayor porcentaje de 84% al botadero municipal y el restante 15% son simplemente depositadas a la intemperie.
- Sobre el nivel de contaminación acumulada producida por la disposición inadecuada de pilas, la investigación determinó que este representa un porcentaje elevado tomando como parámetro las pilas de Zinc Carbón de la marca Rayovac que son la marca más distribuida y consumida en la ciudad y que está compuestas por carbono, zinc, dióxido de magnesio y cloruro de amoníaco, siendo este tipo de partícula el menos contaminante pero que sin embargo eso no quiere decir que su nivel de contaminación sea bajo, simplemente es menor comparándola con otro tipo de pilas, por contener muy poco mercurio menos del 0.01%. Pese a ello, una

sola pila de esta clase puede contaminar 3 mil litros de agua, eso nos permite indicar el nivel de exposición de la napa freática del botadero municipal.

- Sobre el nivel de conocimiento de la población frente al impacto ambiental ocasionado por las pilas, a través de las encuestas, se ha requerido saber de la población, el conocimiento sobre el impacto ambiental ocasionado por las pilas que son desechadas sin tratamiento para materiales tóxicos, como también cuántas personas no tienen conocimiento sobre las consecuencias ambientales de esta práctica arrojando los siguientes resultados: de los 120 encuestados podemos observar que 65 personas señalan tener poco conocimiento, 45 muy poco y 15 personas ningún conocimiento, esto representa un porcentaje muy bajos que no permiten asumir una reducción del consumo a corto plazo.

La población desconoce el tratamiento que deben tener los desechos tóxicos, por falta de información y difusión de los efectos nocivos de los mismos, no existen campañas destinadas a reciclar y limpiar Cobija de estos desechos, tampoco las entidades a cargo realizan informes o spots destinados a combatir la contaminación, esto puede deberse que tampoco se cuenta con una empresa municipal de recojo de basura que tenga la capacidad de hacer un tratamiento diferenciado de los residuos sólidos. No existe un mecanismo ni procedimiento de disposición final de residuos sólidos, por lo que simplemente cuando las pilas finalizan su vida útil, son depositadas junto a la basura domiciliaria y llevada al botadero municipal.

Al no existir información específica sobre la cantidad de generación de volumen de pilas que se desechan en la ciudad de Cobija al mes, como también del riesgo que corre la salud de animales, plantas y seres humanos por el daño ambiental causado por el proceso de descomposición de las pilas en el cual se liberan los metales tóxicos que contiene, la práctica de desechar las pilas sin la clasificación correspondiente y peor aún a la intemperie, expone a la población a la aceleración de la degradación de las pilas.

Los 120 entrevistados manifestaron la escasa información disponible sobre la manera correcta de tratar los desechos tóxicos, por lo que los escasos conocimientos de la población responden también a falta de políticas de socialización por parte de las instituciones encargadas del manejo de residuos sólidos y de protección al medio ambiente.

No se difunden en nuestro medio, spots o información que difunda los efectos de las consecuencias en plantas, animales, suelo y personas, de desechar las pilas sin ningún tratamiento, junto con la basura común.

Como no se tienen políticas de reciclaje, selección y clasificación de la basura, todos los desechos incluyendo las pilas van a dar al botadero municipal que cuenta con afluentes aledaños que sin lugar a dudas contribuyen a la dispersión de los metales pesados que liberan las pilas con los nefastos efectos sobre el medio ambiente y la salud humana, efectos irreversibles sobre los cuales desconocemos por falta de información.

Es muy posible que la presente investigación haya subestimado la cantidad de contaminantes que potencialmente llegan al medio ambiente debido a la falta de registros adecuados de importación y a la existencia de una cantidad de pilas que son internadas sin pasar por los conductos respectivos. Otro factor importante es que Cobija por mucho tiempo ha estado con deficiencia de servicios básicos, en especial la luz eléctrica en el área rural, por lo cual por muchos años la población ha dependido de las pilas para sus radios y linternas, consecuentemente ha estado desechando de manera inapropiada las pilas en desuso.

7.2 RECOMENDACIONES

El tema de la contaminación ambiental causada por la toxicidad de los metales pesados liberados por la degradación de las pilas es una temática que debe ser priorizada principalmente por las autoridades nacionales y departamentales, pero lamentablemente no existe a la fecha ninguna política destinada a tratar de evitar el consumo de pilas, de controlar su disposición y tratamiento final, ni mucho menos de informar y concientizar a la población, por tanto, para poder sobrellevar esta problemática y combatir la contaminación por residuos tóxicos se recomienda:

- ❖ Dado de que es de suma importancia definir de forma seguras la disposición final de pilas desechables, se sugiere integrar un grupo interdisciplinario e intersectorial con capacidad de decisión para evaluar el impacto e implicación técnica, económica, financiera, de salud y ambiental que defina la característica de los sitios de la disposición final segura para las pilas, ya sea en el botadero municipal o lugares especiales así como otras tecnologías de tratamiento, para diseñar una propuesta de medidas de mitigación y minimización del uso de las pilas.
- ❖ Informar y educar a la población sobre los niveles de riesgos según cada tipo de pilas, a través de spots, jingles publicitarios a cargo de las entidades gubernamentales y municipales que cuentan con una instancia encargada del tema ambiental y cuentan además con presupuesto que les permite efectuar este tipo de socialización, reforzando la difusión de información con carteles, folletos, páginas web.
- ❖ Dar a conocer a la población que debe de evitar el consumo de pilas en exceso, pero en caso de ser necesario, se debe informar sobre las ventajas ambientales de las pilas secundarias de larga duración y recargables, evitando la acumulación de grandes cantidades de pilas al mes.
- ❖ Recomendar no consumir pilas C-Zn, con poca durabilidad, ya que son las que mayor volumen de residuos generan.
- ❖ Difundir el uso de tecnologías alternativas limpias como aparatos con energía solar.

- ❖ Coordinar con la Aduana Nacional el control del ingreso de contrabando consistente en pilas de mala calidad por los niveles no aceptables de mercurio que contienen, de ser posible vigilar e impedir el ingreso de pilas de contrabando a la ciudad.
- ❖ Difundir los efectos en la vida animal, vegetal y humana de la toxicidad de los metales liberados por las pilas en degradación, de la forma y el proceso por el cual se produce la contaminación de suelo y corrientes de agua, de la permanencia de estos metales en el medio ambiente y planear políticas educacionales a jóvenes y niños para crear una cultura ambiental.
- ❖ Es urgente la implementación de una planta de tratamiento de Residuos tóxicos, por lo que implementación debería ser considerada por el gobierno departamental, por lo que se recomienda hacer conocer los resultados del presente estudio a las instancias correspondientes.
- ❖ Se recomienda la implementación del reciclado y clasificación diferenciada de residuos sólidos, las entidades a cargo deben informar a través de spots televisivos y por otros medios de difusión masiva sobre la manera correcta de disponer de la basura domiciliaria.
- ❖ Se recomienda, con carácter de urgencia la implementación de medidas para que los afluentes de aguas no se vean afectados por la contaminación que está ocasionando la liberación de metales en el botadero municipal, así como el cuidado de la napa freática y de los suelos en general en la zona adyacente al botadero municipal.
- ❖ Se recomienda explorar métodos de biorremediación utilizando organismos o sus enzimas para remover los contaminantes del ambiente ya sea por bioacumulación, bioadsorción, rizofiltración, biotransformación, volatilización o bioextracción.
- ❖ Finalmente, se deben realizar campañas de limpieza con la empresa municipal de recojo de basura para limpiar los patios, los chacos, las calles y los lotes baldíos de las pilas que han sido abandonadas a la intemperie.

BIBLIOGRAFÍA

- (INE), I. N. (2017). *Anuario Estadístico 2017*.
- Álvarez, M. G. (2015). *Diagnostico del consumo y gestion de pilas desechadas en la parroquia esmeraldas como base de una propuesta para su manejo . Esmeraldas*.
- Castañeda, G. c. (s.f. de julio de 2013). *Metales pesados liberados por las pilas en la comunidad Tsimane' de Santa María: Evaluación del riesgo potencial para la salud humana*. Obtenido de ICTA UAB: [http://icta.uab.cat/Etnoecologia/Docs/\[352\]-castaneda2013.pdf](http://icta.uab.cat/Etnoecologia/Docs/[352]-castaneda2013.pdf)
- Chavez, C. (2019). *Evaluacion de Impacto Ambientales Producidos por el uso de Pilas en el caton Guayaquil*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/39595>
- Duracell. (2017). *Alimentado por Duracell . Duracell.com* , <https://www.duracell.es/somos-duracell/>.
- Energize. (2018). *Las Partes de las Pilas y Baterias . Energize*, <https://www.energizer.eu/es/batteries-work>
- Estado Plurinacional de Bolivia. (8 de diciembre de 1995). *Reglamento para actividades con Sustancias Peligrosas . Obtenido de Decreto Supremo N° 24176 :* http://biblioteca.unmsm.edu.pe/redlieds/Recursos/archivos/Legislacion/Bolivia/reglamento_sustancias.pdf
- Estrupan. (2015). *Impacto Ambiental Producido por las Pilas en Desuso*. Estruplan.
- Galan y Romero, 2. (2008). *Contaminacion de Suelo por Metales Pesado . Conferencia .*
- Granjeles, T. (2000). *Tipos de Investigacion . Obtenido de file:///Al/investipo.htm*
- Gustavo Cardoso, E. R. (2017). *Contaminacion por las pilas .*
- Jose Castro, M. L. (2013). *INECC*.
- Mendez-Sanchez. (2006). *Contaminacion de Agua por Pilas Alcalinas*. Obtenido de researchgate.net
- Moreno, M. c. (s.f. de s.f. de 2007). *Caracterización de la generación y evaluación de riesgos de las pilas y baterías en desuso en la Ciudad de Cochabamba*. Obtenido de Scielo: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-07892007000200002
- Palou, N. (2015). *Diferencia de las pilas y baterias. microsiervo*, <https://www.microsiervos.com/archivo/tecnologia/en-que-se-diferencian-pila-y-bateria.html>.

- Panasonic. (2018). CATÁLOGO DE PILAS PANASONIC . https://www.panasonic-batteries.com/sites/default/files/99162009%20-%202018%20Panasonic%20catalogue%20ES_LR.pdf.
- Patton, J. A. (2007). Caracterización de la generación y evaluación de riesgos de las pilas y baterías en desuso en la Ciudad de Cochabamba. Scielo, acta.nova@ucbcb.edu.bo.
- planetica. (s.f. de febrero de 2011). ¿qué es una pila? Obtenido de planetica.com: <http://www.planetica.org/que-es-una-pila>
- Sampieri, R. H. (s.f.). Metodología de la Investigación 1998. Obtenido de www.FreeLibros.com
- Servin, G. A. (2019). Las Pilas fuente de contaminación ambiental . Sabermas .
- Sony. (2018). Vine.Battery, <https://vinibattery.com/producto/sony-pila-alcalina-12v-lr23a-0mg-blister1/>.
- Sony pila a boton. (2018). Amazon.es, <https://www.amazon.es/Sony-Bater%C3%ADas-modelos-mercurio-caducidad/dp/B00XL5E6X8?th=1>.
- Suarez, A. M. (2010). Diseño de la metodología para el tratamiento de baterías. Obtenido de <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/2284/1/UDLA-EC-TIAM-2010-12.pdf>

ANEXOS

ANEXO I

IMÁGENES DE LA REALIZACIÓN DE LA ENCUESTA



Desarrollando la encuesta a los distribuidores del Comercial Flores.



Desarrollando la encuesta a los distribuidores del Comercial Blanca.



Desarrollando la encuesta a los distribuidores del Comercial Miguel Miranda.



Desarrollando la encuesta a los distribuidores del Comercial



Desarrollando la encuesta a los distribuidores, de la Relojería Arianita.



Desarrollando la encuesta a los distribuidores, de la Relojería Aries.



Caja de pilas del tipo AAA de la marca RAYOVAC



Caja de pilas del tipo D de la marca RAYOVAC



Caja de pilas del tipo AA de la
marca SONY



Caja de pilas del tipo AAA de la
marca PANASONIC

ANEXO II

**DOCUMENTACIÓN EN IMÁGENES DEL EXPERIMENTO DE
DEGRADACIÓN DE LAS PILAS EN DIFERENTES AMBIENTES**



Experimento de la degradación de las pilas en 4 ambientes diferentes



Primer día del experimento de la degradación de las pilas en el envase de agua y el envase sin contenido



Primer día de experimento de degradación de las pilas con el envase de resto de residuos



Primer día de experimento de degradación de las pilas con el envase de resto de residuos orgánico



Observación de experimento de degradación de las pilas después de 30 días con los cuatros envases en



Observación de 30 días de experimento de degradación de las pilas con el envase de contenido de



Observación de 30 días de experimento de degradación de las pilas con el envase de contenido de



Observación de 30 días de experimento de degradación de las pilas con el envase de resto de



Observación de 30 días de
experimento de degradación de las
pilas con el envases de resto de

ANEXO III
ENCUESTA
USUARIOS Y COMERCIALIZADORES

Universidad Amazónica de Pando
Área de Ciencia Biológica y Naturales
Ingeniería Ambiental



Entrevista semiestructurada (Usuario)

Nombre:.....

Edad..... **sexo** **F** **M**

Lugar:.....

Fecha:.....

Objetivos:

Mi nombre es Monica Soto Antelo, Estoy cursando el último semestre de Ingeniería Ambiental en la Universidad Amazónica de Pando. La presente entrevista tiene como objetivo averiguar que conocimiento que posee la población general de la ciudad de Cobija sobre las pilas y baterías. Su respuesta nos servirá de mucha utilidad.

1.-Cual es el tipo de pilas y baterías común que compra usted



2.- Frecuencia de uso

Tipo de pila y batería	Objeto	Uso semanal	Uso mensual	Uso anual		
AA	Juguetes					
	Reloj de pared					
	Gps					
	Linternas					
	Punteros					
	Mouses					
AAA	Juguetes					
	Control remoto					

	Calculadora					
C	Radio					
	Linterna de campo					
Botón	Reloj de mano					
	Audífonos					
	Calculadora científica					
9v y 6v	Micrófono					
	Oxímetro					

3.- Cual es las marcas de pilas y baterías que usted utiliza para su consumo

duracell sonny Panasonic rayovac otros

4.- Usted sabe cuál es el impacto ambiental que ocasionan las pilas y baterías al ser desechada junto a la basura común

Poco muy poco nada

.....

5.- Usted conoce algunas alternativas para el reciclado de las pilas y baterías sin uso

Si no

Sabe cuál

es.....

6.- De donde usted compra las pilas y baterías

Tienda de barrio punto específico de venta otros

.....
.....
.....

7.- ¿Usted conoce los daños que ocasionan a la salud los metales pesados que contienen las pilas y baterías al descomponerse?

Si no pocos

Cuales son.....

8.-¿Usted cree que todos los tipos de pilas y baterías contaminan al medio ambiente?

Si no

Por que.....

9.- ¿Usted cree que usar pilas recargables es conveniente para no contaminar el medio ambiente?

Si no

Por que.....

Universidad Amazónica de Pando
Área de Ciencia Biológica y Naturales
Ingeniería Ambiental



Entrevista semiestructurada (Comercializador o Distribuidor)

Nombre:.....

Edad..... **Sexo:** **F** **M**

Lugar:.....

Fecha:.....

Objetivos:

Mi nombre es Monica Soto Antelo, Estoy cursando el último semestre de Ingeniería Ambiental en la Universidad Amazónica de Pando. La presente entrevista tiene como objetivo averiguar que conocimiento posee la población general de la ciudad de Cobija sobre las pilas y baterías. Su respuesta nos servirá de mucha utilidad.

1.- Qué tipo de pilas y baterías se comercializan más en la ciudad de Cobija

AA AAA C BOTON otros

Como cuales.....

2.- Usted tiene un aproximado de cuantas cajas de pilas comercializa al año

AA..... AAA..... C..... BOTON.....

Otros

3.- Usted cuenta con planillas de control de cuanto caja de pilas se comercializa a los comerciantes minorista

Si no

Son:.....

4.- Cual es la marca de pilas y baterías que usted comercializan más en la ciudad

duracell sonny Panasonic rayovac
otras marcas.....

