



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



Tecnológico Nacional de México

Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA Y BIOQUÍMICA

INFORME TÉCNICO DE RESIDENCIA PROFESIONAL AGOSTO-DICIEMBRE 2022

“MANUAL DE RESIDUOS PELIGROSOS DE LA PLANTA LOS PÁJAROS”

PRESENTA:

Chavez Chandomi Juan Marcos

Nº control: 18270352

L18270352@tuxtla.tecnm.mx

(961) 126 43 02

Como requisito para acreditar la Residencia Profesional de la Licenciatura en:

INGENIERÍA QUÍMICA

Asesor Interno: Ing. René Cuesta Díaz Asesor

Externo: Ing. Obdulia Hernández Vázquez

Revisores: Ing. Claudia Ivette Ruiz

Ing. Juan José Villalobos Maldonado

TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS. A 2 DE FEBRERO DEL 2023.



Carretera Panamericana Km. 1080 Tuxtla Gutiérrez, Chiapas C.P: 29050, Apartado Postal: 599, Fax:
(961)61 5 16 87, Teléfono: (961)61 5 04 61, RFC: TNM140723GFA, Contacto: contacto@ittg.edu.mx

Agradecimientos

Primeramente, le doy gracias a Dios haberme permitido vivir esta experiencia dentro de la universidad, así mismo agradezco a la universidad por permitirme convertir en un profesional de esta área.

Gracias al I Ingeniero René Cuesta Díaz. Sin usted y sus capacidades, su paciencia y dedicación este trabajo no lo hubiera podido realizar fácilmente. Gracias a sus consejos útiles para escribir lo que hoy he logrado. Usted forma parte de esta historia profesional con sus aportaciones. Muchas gracias por sus orientaciones.

A las palabras sabias, sus conocimientos, a ustedes ingenieros, les debo mis conocimientos. Adondequiera que vaya, los llevare conmigo en mi camino profesional. Gracias por su paciencia, por compartir sus conocimientos de una manera profesional, por su dedicación y más que nada su tolerancia.

A mis padres que han sido siempre la razón que impulsa mis sueños, quienes siempre estuvieron siempre a mi lado en cada momento difícil durante mis horas de estudio. Los principales guías de mi vida. Les dedico a ellos este logro, como una meta más conquistada. Gracias por ser quiénes son y por creer en mí.

Le agradezco al personal que labora en la Planta Potabilizadora “Los Pájaros” por brindarme sus consejos y conocimientos para la realización de este trabajo. Llevare conmigo ese recibimiento y compañía que me lograron ofrecer con la confianza de algún día volvernos a encontrar.

Mis compañeros y amigos que estuvieron conmigo en esta aventura juntos, llevare en mi memoria todas esas tardes y horas de trabajo que nos juntamos a lo largo de nuestra formación. Por el momento toca cerrar un capítulo maravilloso en esta historia de vida y tenerlos en mis recuerdos agradeciendo siempre su apoyo y compartir horas de estudio. Gracias por esta siempre allí.

Finalmente agradezco a quien lee este apartado, por permitir a mis experiencias, investigaciones y conocimientos, incurrir dentro de su información mental.

Resumen

En los últimos años el tema de la contaminación ambiental ha comenzado a tener un mayor enfoque por la preocupación de los altos índices y niveles de contaminantes registrados. Solo algunos de los residuos desechados al ambiente tienen algún tratamiento previo a su destino final, esto debido a la falta de manuales para su manejo y control.

En este trabajo se le dará enfoque a la realización de un manual para residuos peligrosos para su manejo y control, donde se analiza la compatibilidad entre residuos para luego ser envasados en contenedores y llevarlos a un almacén temporal para posteriormente darles su destino final.

Los residuos peligrosos presentan distintas características con las cuales pueden ser clasificados con el código CRETIB.

En base a lo establecido en la Ley General de Equilibrio Ecológico y de Protección al Ambiente (LGEEPA), la Ley general para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y en cumplimiento de las NOMS, nos facilita el trabajo de la elaboración de dicho manual para la clasificación, etiquetado, almacenamiento temporal de los residuos peligrosos y contacto de las empresas autorizadas para brindarles un destino final.



Índice

| | |
|---|----|
| I. Agradecimientos | 2 |
| II. Resumen | 3 |
| Índice | 4 |
| Tabla de ilustraciones | 7 |
| 1. Introducción | 9 |
| 2. Descripción de la empresa..... | 10 |
| 2.1. Historia de la institución | 10 |
| 2.2. Historia de la planta potabilizadora Los Pájaros..... | 12 |
| 2.3. Misión | 13 |
| 2.4. Visión..... | 13 |
| 2.5. Micro y macro localización de la planta potabilizadora Los Pájaros | 13 |
| 2.6. Proceso de potabilización | 15 |
| 2.6.1. Captación | 15 |
| 2.6.2. Desinfección (Precloración)..... | 16 |
| 2.6.3. Coagulación-Floculación | 17 |
| 2.6.4. Sedimentación..... | 20 |
| 2.6.5. Filtración..... | 21 |
| 2.6.6. Desinfección (poscloración)..... | 21 |
| 3. Problema a resolver..... | 23 |
| 4. Objetivos..... | 24 |
| 4.1. Objetivo general..... | 24 |
| 4.2. Objetivos específicos | 24 |
| 5. Justificación del Proyecto | 25 |
| 6. Marco teórico | 26 |
| 6.1. Manejo de residuos peligrosos..... | 26 |
| 6.1.1. Antecedentes | 26 |

| | | |
|--------|--|----|
| 6.2. | Marco legal del manejo de residuos peligrosos..... | 26 |
| 6.2.1. | Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos | 28 |
| 6.2.2. | Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) 28 | |
| 6.2.3. | Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)..... | 29 |
| 6.3. | Residuos peligrosos..... | 30 |
| 6.3.1. | ¿Cuándo se debe considerar un residuo como peligroso? | 30 |
| 6.4. | Clasificación de los residuos | 31 |
| 6.5. | Clasificación de los generadores de residuos | 31 |
| 6.6. | Código de peligrosidad de los residuos (CPR) y etiquetado..... | 32 |
| 6.6.1. | Corrosivo (C) | 32 |
| 6.6.2. | Reactivos (R)..... | 33 |
| 6.6.3. | Explosivos (E) | 34 |
| 6.6.4. | Tóxicos (T) | 34 |
| 6.6.5. | Inflamables (I)..... | 35 |
| 6.6.6. | Biológico infeccioso (B) | 35 |
| 6.6.7. | Etiquetado | 36 |
| 6.7. | Pasos para la elaboración del Manual de Residuos Peligrosos | 38 |
| 6.7.1. | Hoja de registro de residuos peligrosos..... | 39 |
| 6.7.2. | Bitácora de residuos peligrosos..... | 41 |
| 6.8. | Confinamiento controlado | 43 |
| 6.8.1. | Características del confinamiento controlado para residuos peligrosos | 43 |
| 6.8.2. | Condiciones básicas para las áreas de almacenamiento para pequeños y grandes generadores de residuos peligrosos. | 43 |
| 6.8.3. | Almacenamiento para microgenerador de residuos peligrosos..... | 44 |
| 6.9. | Disposición final | 45 |
| 7. | Cronograma de actividades | 46 |



| | |
|---|----|
| 7.1. Descripción de las actividades | 47 |
| 8. Resultados..... | 50 |
| 8.1. Generación de los residuos peligrosos | 50 |
| 8.1.1. Laboratorio | 52 |
| 8.1.2. Electromecánica..... | 56 |
| 8.2. Almacén temporal..... | 57 |
| 8.3. Etiquetado de cada residuo peligroso | 59 |
| 8.4. Formato de entrega, transporte y recepción de residuos peligrosos | 62 |
| 8.5. Empresas autorizadas prestadoras de servicios para la disposición final de los residuos peligrosos | 63 |
| 9. Conclusiones | 65 |
| 10. Recomendaciones | 65 |
| 11. Experiencia adquirida..... | 65 |
| 12. Competencias desarrolladas y/o aplicadas | 66 |
| 12.1. Básicas..... | 66 |
| 12.2. Capacidades y destrezas personales | 66 |
| 13. Bibliografía | 67 |
| 14. ANEXOS..... | 70 |
| 14.1. CARTA DE COMPROMISO | 70 |
| 14.2. CARTA DE PRESENTACIÓN Y AGRADECIMIENTO | 71 |
| 14.3. CARTA DE ACEPTACIÓN | 73 |
| 14.4. CARTA DE LIBERACIÓN | 74 |

Tabla de ilustraciones

| | |
|---|----|
| Figura 1. Planta Potabilizadora "Los Pájaros" | 13 |
| Figura 2. Localización macro de la planta potabilizadora "Los Pájaros". | 14 |
| Figura 3. Ubicación de la planta de potabilizadora "Los Pájaros". | 14 |
| Figura 4. Imagen satelital de la ubicación de la planta potabilizadora Los Pájaros. | 15 |
| Figura 5. Fotografía del río Santo Domingo proporcionada por la planta potabilizadora. | 16 |
| Figura 6. Fotografía de la entrada al canal..... | 16 |
| Figura 7. Fotografía del aforo para la suministración de reactivos para la coagulación/floculación | 17 |
| Figura 8. Fotografía de mamparas y canal de collarines..... | 18 |
| Figura 9. Fotografía del tanque de floculación con su respectivo agitador. | 19 |
| Figura 10. Fotografía de la compuerta. | 19 |
| Figura 11. Fotografía de los tanques de sedimentación | 20 |
| Figura 12. Fotografía del canal colector y del sistema de collarines..... | 20 |
| Figura 13. Fotografía de los tanques de filtración. | 21 |
| Figura 14. Fotografías de la etapa de dosificación de cloro | 22 |
| Figura 15. Fotografía de las líneas de conducción..... | 22 |
| Figura 16. Etiqueta de advertencia sustancia corrosiva | 33 |
| Figura 17. Etiqueta de advertencia sustancia reactiva | 33 |
| Figura 18. Etiqueta de advertencia de material explosivo. | 34 |
| Figura 19. Etiqueta de advertencia de sustancia tóxica. | 34 |
| Figura 20. Etiquetado de advertencia de material inflamable. | 35 |
| Figura 21. Etiquetado de advertencia de material biológico infeccioso. | 35 |
| Figura 22. Tabla de registro de cantidades y clasificación de los residuos peligrosos generados anualmente. | 40 |
| Figura 23. Tabla para el llenado de la bitácora. | 42 |
| Figura 24. Soluciones resultantes del análisis de pruebas de contaminantes presentes en el agua..... | 47 |
| Figura 25. Fotografía del interior del almacén ya verificado. | 48 |
| Figura 26. Fotografía de la bitácora utilizada. | 49 |
| Figura 27. Fotografías del proceso de titulación de la solución neutralizada de cloruro. | 53 |
| Figura 28. Titulación con EDTA de la muestra de agua con dureza | 54 |



| | |
|---|----|
| Figura 29. Fotografías del manual del colorímetro utilizado en el laboratorio de la planta potabilizadora para la determinación de aluminio. | 55 |
| Figura 30. Fotografías de la valoración de la muestra de agua para determinar su valor de alcalinidad..... | 56 |
| Figura 31. Fotografías de mantenimiento de bombas y motores..... | 57 |
| Figura 32. Fotografía del almacén temporal rehabilitado. | 58 |
| Figura 33. Croquis del almacén temporal..... | 58 |

1. Introducción

Hoy en día en la cultura ambiental se ha empezado a tomar un cambio muy importante derivado de los problemas que han surgido por la enorme falta de conciencia ambiental en años anteriores, por lo que hoy por hoy se han comenzado a tomar medidas necesarias para la reducción de estos impactos.

En la planta potabilizadora “Los Pájaros”, conscientes de su responsabilidad en el cuidado de la salud y preservación del ambiente y en cumplimiento con las normativas vigentes, cuentan con un programa para el manejo correcto de los residuos peligrosos generados en el Sistema, donde la finalidad es clasificarlos teniendo en cuenta cada lineamiento legal existente en la materia.

La reanudación de este presente manual se centra en el cuidado y preservación de la salud del personal implicado, así como una guía para el manejo adecuado de los residuos peligrosos que se generan en cada una de las áreas de trabajo de la planta potabilizadora.

Hay que resaltar que es responsabilidad del personal conocer el manejo cada reactivo químico utilizado en la planta potabilizadora, desde su recepción hasta su disposición final. Como resultado, es necesaria la participación de cada uno de los trabajadores involucrados en el manejo de los residuos producidos dentro de las diferentes áreas, de igual forma deberán estar familiarizados y capacitados con los procedimientos que aquí se describen.

2. Descripción de la empresa

El Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado (SMAPA), es un organismo descentralizado con el objetivo de brindar servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento para la población tuxtleca, como medio para mejorar los niveles de desarrollo y bienestar de la comunidad en general, ampliar y mejorar los sistemas de red hidráulica y alcantarillado sanitario existentes.

Este Organismo Operador fue fundado a través de la decisión del Ejecutivo Estatal en el año de 1984 para que fueran pasados los servicios de Agua Potable y Alcantarillado a cada uno de los municipios, de esta forma en el año de 1985 el Gobierno del Estado de Chiapas le entrega el Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado al municipio de Tuxtla Gutiérrez.

Ubicación de la institución:

Boulevard Andrés Serra Rojas #1090, Anexo 3B Nivel 3, Torre Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

C.P: 29045

Teléfono: (961) 618 7170 y (961) 6187171

RFC: SMA-851212RLO

Contacto: en su sitio oficial www.smapa.gob.mx

2.1. Historia de la institución

Antes del año 1857 las obras de abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado eran ejecutadas por autoridades civiles, y a partir de ese mismo año el Gobierno Federal empezaba a invertir en dichos trabajos; hasta el 13 de mayo de 1891 fue creada y asignada a la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas estas funciones.

El 1 de enero 1947 fue otorgada a la Secretaría de Recursos Hidráulicos, por medio de la Dirección de Operación, la doble responsabilidad de manejar los servicios y poder recuperar las inversiones. En el año de 1948 se le atribuyó a las Juntas Federales de Agua Potable y Alcantarillado el carácter de organismos administradores.

Por consecuencia del crecimiento de los programas el 4 de marzo del año de 1981 la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, ordenó la modificación de su

estructura funcional y creó en lugar de Dirección General de Construcción, dos Direcciones Generales de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado.

El 5 de noviembre del año de 1980, es publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el acuerdo del Ejecutivo, que ordena entregar a los Gobiernos Estatales o Municipales la administración y operación de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado, las mismas que manejaban las Dependencias Federales.

El 30 de enero de 1981 es celebrado en el Estado de Chiapas, la reunión con el Gobierno Federal a través de la Secretaria de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, representada en ese año por el C. Arquitecto Pedro Ramírez Vázquez con el Gobierno del Estado de Chiapas, representado por el Gobernador Constitucional C. Licenciado Juan Sabinés Gutiérrez, y por el Secretario General de Gobierno Dr. Enoch Cancino Casahonda, para crear el organismo operador denominado Servicios de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Chiapas (SAPAECH), para recibir del Gobierno Federal los sistemas de Agua Potable y Alcantarillado, y poder llevar de esta forma su administración y operación.

Por todas las consideraciones anteriores mencionadas la propia legislatura expide el Decreto número 63 con fecha del 15 de julio de 1981, la “Ley Estatal para Regularizar la Prestación de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado”.

El 30 de mayo de 1984 el Ejecutivo Estatal acordó que los servicios que prestaba SAPAECH, fueran proporcionados a cada uno de los municipios de la entidad considerando las modificaciones del Artículo 115 Constitucional (Publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 3 de febrero de 1983 en donde se estableció la Fracción III), que dice:

Los municipios, con el recurso de los estados, cuando así fuera necesario y lo determinarán las leyes, tendrán a su cargo los siguientes servicios públicos:

- A) . - Agua Potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales.

El 12 de diciembre del año de 1985, el Gobierno del Estado de Chiapas, hizo entrega al Municipio de Tuxtla Gutiérrez, el Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado (SMAPA), quedando desde entonces a cargo del H. Ayuntamiento la prestación de estos servicios como Organismo Descentralizado.

2.2. Historia de la planta potabilizadora Los Pájaros

Tuxtla Gutiérrez fue una de las primeras poblaciones capitales del estado en contar con agua entubada mediante el aprovechamiento de manantiales. Durante un largo periodo parecía ser más que suficiente los suministros de agua de ese entonces para abastecer a la población, regar parques y jardines, de igual forma para alimentar las fuentes ubicadas en todos los barrios, de donde se surtían los pobladores que carecían de servicios en sus hogares. Después de cierto tiempo se empezó a demostrar una escasez en época de estiaje continua y en busca de una solución, es así como en el año 1937, se obtiene un crédito para la construcción de una galería filtrante en La Chacona y una tubería de conducción, con ayuda del capital de Gobierno del Estado, el Banco Hipotecario Urbano y de Obras Públicas y el Ayuntamiento, logrando abastecer a la ciudad con 50 litros por segundo de agua a una población de 20,000 habitantes en esa época.

De 1954 a 1957 debido a la demanda de 132 litros por segundo de agua por el crecimiento poblacional de 35,000 habitantes, y solo pudiendo abastecer en épocas de lluvias un total de 105 litros por segundo, se vieron obligados a la tarea de realizar un estudio de 12 alternativas para poder solucionar este problema. Es así como encuentran la solución más viable y económica la de construir una galería filtrante en el río San Domingo para surtir por bombeo mediante líneas de conducción y 3 rebombes (hoy conocido como línea antigua) y una nueva conducción de La Chacona a la ciudad.

A finales de los años 70' y principios de los años 80', debido a la continua problemática de falta abastecimiento de agua por el crecimiento poblacional de 66,000 habitantes en esa época, se tuvo que instalar nuevos equipos en las estaciones de Santo Domingo, permitiendo su máxima capacidad de 200 litros por segundo. Aquí se inicia el programa de seccionamiento de la red con sus tanques reguladores y la conducción al tanque de La Lomita de 3,000 m³, pero la obra más importante construida es la planta potabilizadora para trata 500 litros de agua por segundo.

En 1981 a 1985 en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez con una población de 150,000 habitantes, se resuelve el problema de abastecimiento de agua con la construcción de la obra de cárcamo de Santo Domingo y la planta potabilizadora dos (Los Pájaros), para asegurar el abastecimiento a la ciudad de un gasto máximo de 1,000 litros por segundo.

La planta Potabilizadora Los Pájaros, está encargada de la captación, tratamiento y suministro de agua al municipio de Tuxtla Gutiérrez. Siendo así creada a finales de los años 70, diseñada para una producción de mil quinientos litros por segundo (lps) actualmente.



Figura 1. Planta Potabilizadora "Los Pájaros".

2.3. Misión

Ofrecer a los usuarios un servicio de calidad en el suministro de agua potable y alcantarillado sanitario, concientizando a la población del uso y la preservación del agua como elemento indispensable en la vida.

2.4. Visión

Consolidarse como uno de los mejores organismos a nivel nacional, con base en la ética de trabajo en equipo y tecnología de vanguardia, capaz de satisfacer las necesidades actuales y futuras de la comunidad.

2.5. Micro y macro localización de la planta potabilizadora Los Pájaros

La planta potabilizadora Los Pájaros se encuentra ubicada en Lomas del Oriente, 29096 Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Sus coordenadas son latitud: 16.735685299783118 y longitud: -93.07389610509513



Figura 2. Localización macro de la planta potabilizadora “Los Pájaros”.

La ubicación de la planta potabilizadora se muestra en la siguiente imagen.

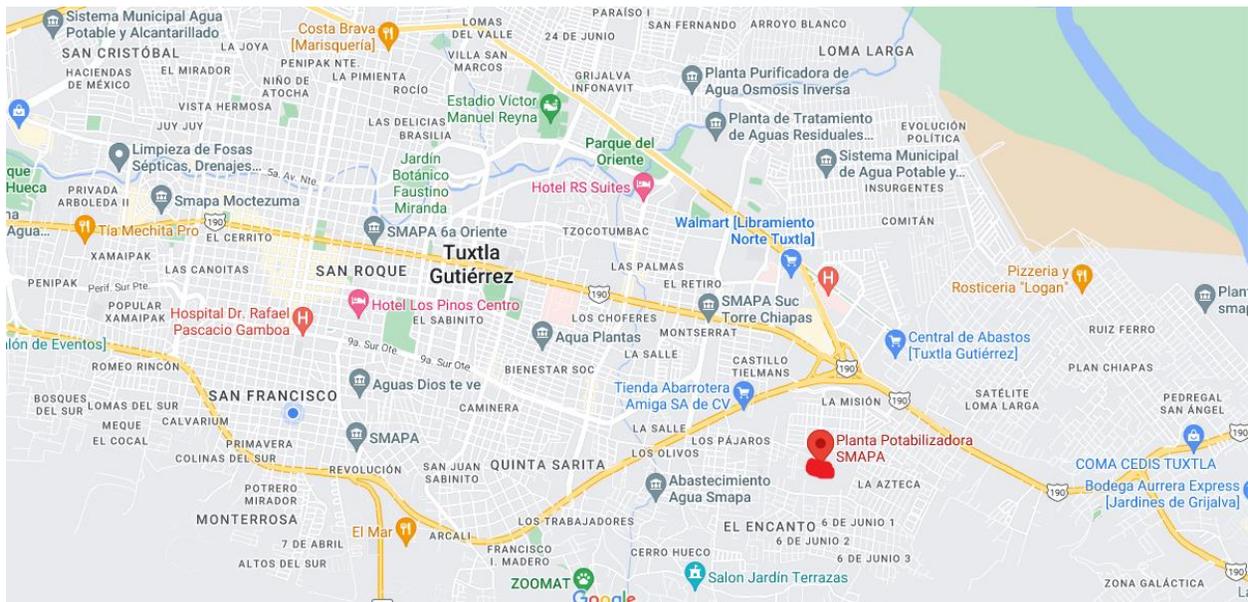


Figura 3. Ubicación de la planta de potabilizadora “Los Pájaros”.



Figura 4. Imagen satelital de la ubicación de la planta potabilizadora Los Pájaros.

2.6. Proceso de potabilización

Llamamos agua potable al agua que no contiene contaminantes objetables, ya sean químicos o agentes infecciosos y que no causa efectos nocivos para la salud. (Federación, 1996)

La planta potabilizadora es una instalación que cuenta con la infraestructura necesaria donde a partir de agua cruda de un río se procesa y se vuelve segura para el consumo humano.

2.6.1. Captación

La captación del agua cruda para después entrar al proceso de potabilización es obtenida del río Santo Domingo, por un medio de cárcamo de bombeo, además de recibir una parte del agua ya potabilizada de la planta potabilizadora “Ciudad del agua”.



Figura 5. Fotografía del río Santo Domingo proporcionada por la planta potabilizadora.

2.6.2. Desinfección (Precloración)

- **Canal de entrada**

A la entrada del primer canal se le suministra la primera dosis de cloro, con la finalidad de reducir la contaminación por bacterias, la reproducción de algas y favorecer el proceso de floculación.



Figura 6. Fotografía de la entrada al canal.

- **Vertedor**

En esta parte del proceso se tiene una estructura de aforo que sirven para conocer el gasto de agua que entra a la planta. El gasto registrado es de 500 l/seg. Además de ser en este punto donde se dosifican los reactivos para la coagulación y floculación.

2.6.3. Coagulación-Floculación

- **Dosificación de reactivos**

Se adiciona el sulfato de aluminio ($\text{Al}_2\text{SO}_4)_3$, sustancia química que aglutina sólidos en suspensión, provocando su precipitación. Al medir el pH en este punto se tiene un valor mayor a 7.0.

Se añade también polímero catiónico, sustancia que coadyuva con el sulfato de aluminio para mejorar el proceso de floculación.



Figura 7. Fotografía del aforo para la suministración de reactivos para la coagulación/floculación

- **Mezcla de reactivos**

Para la mezcla rápida de los reactivos, se cuenta con mamparas, las cuales favorecen el proceso de mezclado de los reactivos con el agua y la colisión entre partículas.

Usando un canal de collarines el agua pasa a la siguiente etapa del proceso: la floculación.



Figura 8. Fotografía de mamparas y canal de collarines.

- **Floculación**

En esta etapa se lleva a cabo la aglomeración de partículas en microflóculos, para posteriormente en aglomerados voluminosos llamados flóculos. Para este proceso se requiere de una agitación lenta. Se cuenta con cuatro tanques de floculación con su respectivo agitador.



Figura 9. Fotografía del tanque de floculación con su respectivo agitador.

Una vez que ya se llevó a cabo el proceso en los tanques de floculación, a través de compuertas el agua pasa a otro sistema de collarines, por medio de los cuales el agua pasa a los tanques de sedimentación para continuar el proceso de potabilización.



Figura 10. Fotografía de la compuerta.

2.6.4. Sedimentación

La etapa de sedimentación tiene como finalidad separar los sólidos en suspensión por la fuerza de gravedad. Una vez que las partículas se sedimentan son extraídas a través de un proceso de extracción de lodos. En este proceso se cuentan con cuatro tanques de sedimentación.



Figura 11. Fotografía de los tanques de sedimentación

Posteriormente el agua de los sedimentadores es decantada a través de canaletas pasando a un canal colector, en el cual por medio del sistema de collarines el agua es conducida a los filtros.



Figura 12. Fotografía del canal colector y del sistema de collarines.

2.6.5. Filtración

Consiste en eliminar definitivamente todas las partículas en suspensión que no sedimentaron.

Los filtros son cámaras que contienen una cama de arena sílice donde se filtra el agua que es recolectada a través de un canal de aguas claras. En total se cuentan con 12 tanques de filtración.

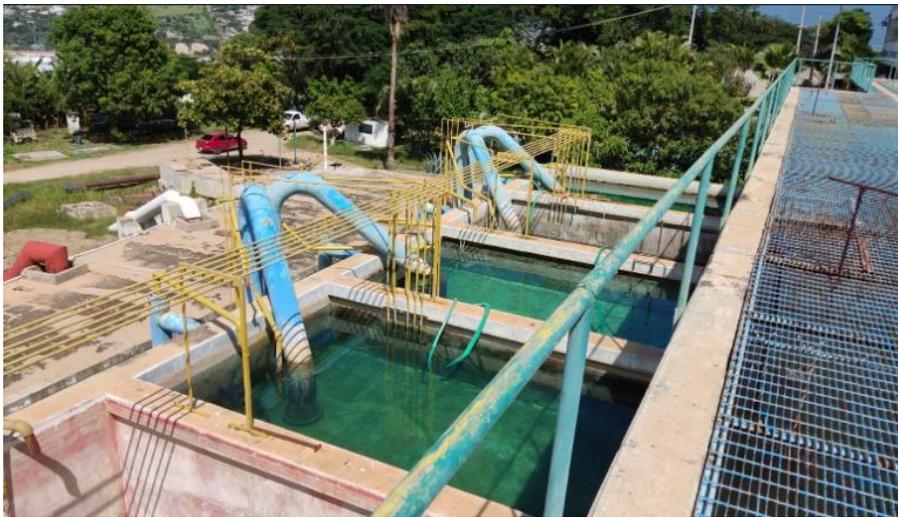


Figura 13. Fotografía de los tanques de filtración.

2.6.6. Desinfección (poscloración)

En la etapa final del proceso de potabilización, se aplica una dosificación de cloro para la eliminación total de microorganismos patógenos.

Para que el agua se considere potable, al final del proceso debe contener un cloro residual de 1.5 ppm.



Figura 14. Fotografías de la etapa de dosificación de cloro

A través de las líneas de conducción, el agua se envía a los brazos Sur y Norte para que por medio de los tanques de almacenamiento y distribución se suministre a las diferentes colonias.



Figura 15. Fotografía de las líneas de conducción.

3. Problema a resolver

Durante las diferentes actividades que se realizan en la planta potabilizadora “Los Pájaros” del Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado (SMAPA), se detectó la producción de residuos peligrosos que representan riesgos a la salud laboral, pública y/o ambiental, ya que no se cuenta actualmente con el correcto almacenamiento, transporte y disposición final de los mismos. Algunos de estos residuos requieren manejo especial y medidas seguras para su almacenamiento.

Dentro de las diferentes áreas de trabajo de la planta potabilizadora, se generan residuos peligrosos producto de la actividad laboral diaria, que no llegan a recibir un adecuado manejo, incumpliendo de esta forma la normativa vigente, pasando por alto la seguridad y salud del personal, que de alguna forma entran en contacto directo o indirecto con estos residuos, alejándose, de esta forma, de los principios de preservación y desarrollo ambiental de forma equilibrada y respetuosa.

En la planta potabilizadora “Los Pájaros”, dado que se generan residuos peligrosos, es necesaria la elaboración de un “Manual de Residuos Peligrosos” para el correcto manejo y disposición final de los mismos.

4. Objetivos

4.1. Objetivo general

Identificación, manejo y disposición final de los residuos peligrosos generados en el sistema de potabilización Los Pájaros.

4.2. Objetivos específicos

- Evaluación de compatibilidad entre residuos para su almacenamiento de acuerdo a la NOM-054-SEMARNAT-1994.
- Desarrollo de etiquetado y rombo de transporte de acuerdo a la NOM-003-SCT-2008.
- Proyecto de construcción del almacén temporal de residuos peligrosos.
- Programa de verificación y limpieza del almacén temporal de residuos peligrosos.
- Desarrollar un formato de bitácora de entrada y salida del almacén temporal de residuos peligrosos.
- Desarrollar un formato de entrega, transporte y recepción de residuos peligrosos, correspondiente al manifiesto de entrega, de acuerdo a la NOM-043-SCT-2004.
- Listado de empresas locales para la distribución final de los residuos.

5. Justificación del Proyecto

Por la ausencia de documentación e información actualizada de los residuos peligrosos generados en cada una de las diferentes áreas de trabajo, se justifica retomar la elaboración de un manual, de manera que cada área de la planta potabilizadora sea un gestor directo de esta labor.

Es indispensable la elaboración de un diagnóstico que identifique la situación actual y se aseguren las necesidades más urgentes en cuanto a documentación y procedimientos se refiere.

Entonces, de acuerdo con las características del código CRETIB para la clasificación de los residuos peligrosos y respaldado por La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Ley General de Equilibrio Ecológico y de Protección al Ambiente (LGEEPA), la Ley general para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y en cumplimiento de la NOM-052-SEMARNAT-2005, justificando el presente trabajo con el fin de darle una disposición adecuada a la generación de residuos peligrosos, bajo los criterios de cuidado ambiental, social y económica sobre los principios de responsabilidad.

6. Marco teórico

6.1. Manejo de residuos peligrosos

6.1.1. Antecedentes

En los últimos años, se ha demostrado una enorme preocupación ambiental y los problemas originados por la excesiva cantidad de residuos generados, principalmente los famosos denominados peligrosos. Dicha preocupación que surgió primero en los países con mayor desarrollo económico, ha obligado a que los demás encaren el problema de la contaminación ambiental y sus graves consecuencias que provoca a la salud de la población.

Con respecto a lo anterior la sociedad ha respondido a los problemas ambientales con una nueva disciplina jurídica, a la cual se le ha dado el nombre de Derecho Ambiental, Derecho del ambiente, Derecho del Entorno y Derecho Ecológico tal como lo menciona Eduardo Pigretti (1971).

La producción de alimentos, así como la fabricación y el consumo de bienes para el hogar y la industria son ejemplos de actividades cotidianas que producen una gran variedad de residuos. Dependiendo de su composición, tasa de generación y manejo, pueden tener efectos muy diversos en la población y en el ambiente llegando, en algunos casos, a ser altamente peligrosos, sobre todo cuando involucran compuestos tóxicos que se manejan de manera inadecuada. (Naturales, s.f.)

6.2. Marco legal del manejo de residuos peligrosos

El marco jurídico de México está constituido en la actualidad por las disposiciones constitucionales, las Leyes Generales y Federales, los reglamentos y las Normas Oficiales Mexicanas.

En México la protección ambiental se estructura bajo tres niveles gubernamentales los cuales son el federal, el estatal y el municipal, los cuales proporcionan elementos de información para el planteamiento de las estrategias para el mejoramiento de los manejos de los residuos peligrosos. Las leyes y normas aplicables al personal relacionado con las diferentes áreas de trabajo y de proceso de la Planta Potabilizadora Los Pájaros son los siguientes:

Leyes:

- La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
- Ley General de Equilibrio Ecológico y de Protección al Ambiente (LGEEPA).
- La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).

Normas Oficiales Mexicanas:

- **NOM-052-SEMARNAT-2005.** Publicada en el Diario Oficial de la Federación (D.O.F) el 23/06/2006. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.
- **NOM-053-SEMARNAT-1993.** Publicada en el D.O.F. el 22/10/1993. Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
- **NOM-054-SEMARNAT-1993.** Publicada en el D.O.F. el 22/10/1993. Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
- **NOM-055-SEMARNAT-2003.** Publicada en el D.O.F. el 03/11/2004. Que establece los requisitos que deben reunir los sitios que se destinarán para un confinamiento controlado de residuos peligrosos previamente estabilizados.
- **NOM-056-SEMARNAT-1993.** Publicado en el D.O.F. el 22/10/1993. Que establece los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.
- **NOM-057-SEMARNAT-1993.** Publicado en el D.O.F. el 22/10/1993. Que establece los requisitos que deben observarse en el diseño, construcción y operación de celdas de un confinamiento controlado para residuos peligrosos.
- **NOM-058-SEMARNAT-1993.** Publicada en el D.O.F el 22/10/1993. Que establece los requisitos para la operación de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.
- **NOM-083-SEMARNAT-2003.** Publicada en el D.O.F. el 20/10/2004. Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

- **NOM-003-SCT/2008.** Publicada en el D.O.F el 15/08/2008. Características de las etiquetas de envases y embalajes, destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.
- **NOM-043-SCT/2003.** Publicado en el D.O.F el 27/01/2004. Documento de embarque de sustancias, materiales y residuos peligrosos.

6.2.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

La Constitución es la ley suprema del sistema jurídico mexicano. Este documento en su interior incluye los principios y objetivos de la nación. Entonces, la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos es el nivel del cual se originan todo tipo de legislaciones que aquí mismo se incluyen los aspectos medio ambientales.

En la Constitución en el artículo 4° constitucional párrafo cinco, “Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley”.(Mexicanos, 2021)

El 3 de febrero de 1983, en el Diario Oficial de la Federación (DOF), se añadió y corrigió el artículo 115 constitucional con el fin de dar una transformación al régimen municipal. El inciso c, párrafo tercero del artículo 115 constitucional establece que es de competencia municipal la limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de los residuos.(Mexicanos, 2021)

6.2.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

Tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para: garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar; definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación; la preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente; la preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas; el aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las

actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas; la prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo; Garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente; El ejercicio de las atribuciones que en materia ambiental corresponde a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX -G de la Constitución; El establecimiento de los mecanismos de coordinación, inducción y concertación entre autoridades, entre éstas y los sectores social y privado, así como con personas y grupos sociales, en materia ambiental, y el establecimiento de medidas de control y de seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de esta Ley y de las disposiciones que de ella se deriven, así como para la imposición de las sanciones administrativas y penales que correspondan.(PROFEPA, 2016)

6.2.3. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)

El régimen jurídico de la protección ambiental y de la gestión de los residuos en México contempla diversos instrumentos para evitar que los residuos contaminen, establecidos fundamentalmente en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Se trata de programas para la prevención y gestión integral de los residuos en los tres niveles de gobierno; de los planes de manejo (privados, mixtos; individuales, colectivos; o nacionales, regionales o locales); los sistemas de manejo ambiental de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF). (Ugalde, 2017)

Con el desarrollo de la tecnología, la industria y la sociedad, el marco normativo ecológico también se ha desarrollado con las nuevas necesidades de prevención y control y remediación ambiental y sanciones correspondientes. Basándose en el artículo 4° constitucional, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, se dividen en siete títulos, de las cuales el título quinto es de especial interés: Manejo Integral de Residuos Peligrosos, en total contiene siete capítulos, desde la generación de residuos peligrosos hasta la importación y exportación de residuos peligrosos.

6.3. Residuos peligrosos

Los residuos se definen formalmente como los materiales o productos que se desechan ya sea en estado sólido, semisólido, líquido o gaseoso, que se contienen en recipientes o depósitos, y que necesitan estar sujetos a tratamiento o disposición final con base en lo dispuesto en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR; DOF, 2003), y se clasifican de acuerdo a sus características y orígenes en tres grupos: residuos sólidos urbanos (RSU), residuos de manejo especial (RME) y residuos peligrosos (RP).

Residuos peligrosos resultado del desecho de productos fuera de especificaciones o caducos. - Sustancias químicas que han perdido, carecen o presentan variación en las características necesarias para ser utilizados, transformados o comercializados respecto a los estándares de diseño o producción originales. (NOM-052-SEMARNAT-2005, 2006).

Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, representen un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente. (AMBIENTE, 2012).

Aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieren en otro sitio, de conformidad con lo que se establece en esta Ley. (RESIDUOS, 2021)

6.3.1. ¿Cuándo se debe considerar un residuo como peligroso?

Los residuos pueden considerarse como peligrosos atendiendo a enfoques distintos: (Cortinas de Nava, 2007)

- Siguiendo todos aquellos dentro de los enlistados correspondientes a la NOM-052-SEMARNAT-2005, que provienen de distintas fuentes, procesos o productos desechados.
- Por medio de su caracterización, fijándose en las propiedades CRETIB, de las cuales solo tres correspondientes a estas propiedades se pueden corroborar bajo pruebas de laboratorio (hablamos de Corrosividad, Reactividad e Inflamabilidad).

Algunos ejemplos de residuos peligrosos son los que se citan a continuación:
(Fernández Escamilla)

- Corrosivas: Ácidos, hidróxidos.
- Reactivas: Alquilmetales y metaloides, boranos, hidruros, carbonilos metálicos, nitruros alcalinos, fosfinas, fósforo blanco, fósforos, xilanos y siliciuros.
- Tóxicas: Plaguicidas.
- Inflamables: Gasolina, tolueno, acetona.
- Oxidantes: Ozono, peróxidos, nitratos, cloratos.

6.4. Clasificación de los residuos

Dado que no existe una descripción específica del procedimiento de manejo de residuos peligrosos, estos se deben de basar de acuerdo a los elementos normativos aplicables con base a la NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características de los residuos peligrosos, su listado y restricciones para la generación de residuos peligrosos para su toxicidad al medio ambiente. Los residuos peligrosos presentes en la planta se clasificarán según el código CRETIB, basadas en el artículo 146 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y en la norma antes mencionada.

6.5. Clasificación de los generadores de residuos

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), clasifica a todos los generadores de residuos en tres diferentes categorías, todo en consideración de los volúmenes que generan como se demuestra en la siguiente tabla.

Tabla 1. Tabla de la clasificación de los generadores de residuos peligrosos.
(SEMARNAT, TRAMITE SEMARNAT-07-017, 2016)

| Grandes generadores | Pequeños generadores | Micro generadores |
|---|---|---|
| Son aquellos que realizan una actividad en la que generan una cantidad igual o superior a diez toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida | Son aquellos que realizan una actividad en la cual generan una cantidad mayor a 400 kilogramos y menor a 10 toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida. | Son aquellos establecimientos industrial, comercial o de servicios que generan una cantidad hasta de 400 kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida. |

6.6. Código de peligrosidad de los residuos (CPR) y etiquetado

Todos los envases que en su contenido contengan residuos peligrosos deberán contar con lo siguiente:

- Una etiqueta de identificación de acuerdo a la NOM-003-SCT/2008
- Nombre del residuo (os) y sus características de peligrosidad (CPR)

La SEMARNAT y la PROFEPA clasifican en su curso-taller en materia de residuos el código de peligrosidad como C, R, E, T, Te, Th, Tt, I, B para Corrosivos, Reactivos, Explosivos, Tóxicos, Tóxico ambiental, Tóxico agudo, Tóxico crónico, Inflamable y Biológico Infeccioso de acuerdo con la NOM-052-SEMARNAT-2005. Si en cualquier caso algún residuo peligroso que no se encuentre listado en la Norma Oficial, se deberá indicar su CPR de acuerdo a la manifestación por conocimiento científico o evidencia empírica que usted tiene del residuo. (AYALA, 2016)

6.6.1. Corrosivo (C)

Cuando una muestra representativa presenta cualquiera de las Propiedades: Son aquellas que en estado líquido acuoso y presenten un pH menor o igual a 2.0 o mayor o igual a 12.5. Es un sólido que cuando se mezcla con agua destilada presenta un pH

menor o igual a 2.0 o mayor o igual a 12.5 Es un líquido no acuoso capaz de corroer el acero al carbón, tipo SAE 1020, a una velocidad de 6.35 mm/año, a una temperatura de 328 °K (55°C). (REYES, 2011)



Figura 16. Etiqueta de advertencia sustancia corrosiva

6.6.2. Reactivos (R)

Cuando una muestra representativa, es un líquido o sólido que después de ponerse en contacto con el Aire se inflama en un tiempo menor a 5 min., sin que exista una fuente externa de ignición. Cuando se pone en contacto con agua reacciona espontáneamente y genera gases inflamables en una cantidad mayor a 1 lt/kg del residuo por hora. Posee en su constitución cianuros o sulfuros liberables, cuando se expone a condiciones ácidas. (REYES, 2011)



Figura 17. Etiqueta de advertencia sustancia reactiva

6.6.3. Explosivos (E)

Cuando tiene una constante de explosividad, mayor o igual al nitrobenzeno. Es capaz de producir una reacción o descomposición detonante o explosiva a 25°C y a 1.03 kg/cm² de presión. (REYES, 2011)



Explosivo

Figura 18. Etiqueta de advertencia de material explosivo.

6.6.4. Tóxicos (T)

Cuando se somete a la prueba de extracción para toxicidad conforme a la norma oficial mexicana NOM-053-SEMARNAT-1993, el lixiviado de la muestra representativa que contenga cualquiera de los constituyentes listados en las tablas 5, 6 y 7 en concentraciones mayores a los límites señalados en dichas tablas, por ejemplo: Arsénico 5.0 mg/l, Níquel 5.0 mg/l, Mercurio 0.2 mg/l, Plata 5.0mg/l, Cloroformo 6.0mg/l, Fenol 14.4 mg/l. (REYES, 2011)



Tóxico

Figura 19. Etiqueta de advertencia de sustancia tóxica.

6.6.5. Inflamables (I)

En solución acuosa contiene más del 24% de alcohol en volumen. Es líquido y tiene un punto de inflamación inferior a 60°C. No es líquido, pero es capaz de provocar fuego por fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneos a 25°C. Se trata de gases comprimidos inflamables o agentes oxidantes que estimulan la combustión. (REYES, 2011)



Figura 20. Etiquetado de advertencia de material inflamable.

6.6.6. Biológico infeccioso (B)

El biológico infeccioso se encuentra dentro de un microorganismo que sea capaz de enfermar a un ser humano, y producirse algún tipo de daño. Este se puede encontrar en un ambiente contaminado, y que esta se encuentra en contacto con una persona.

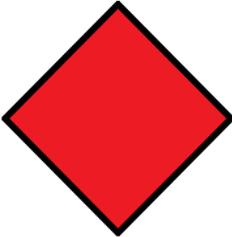
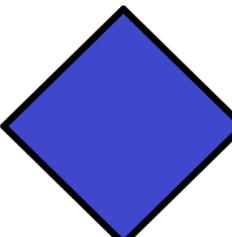
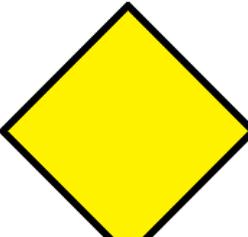


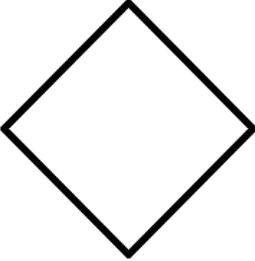
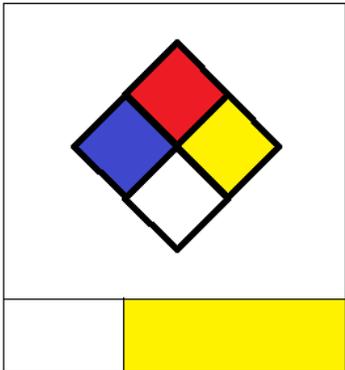
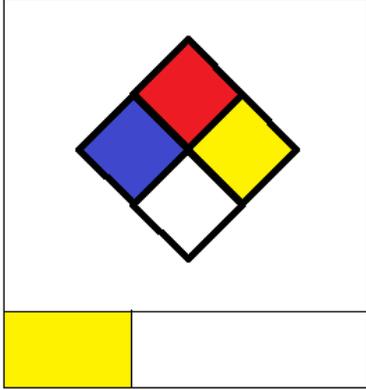
Figura 21. Etiquetado de advertencia de material biológico infeccioso.

6.6.7. Etiquetado

En el etiquetado de los envases para asegurar la clasificación de los residuos peligrosos y su manejo, se deberá tomar en cuenta la NOM-118-STPS-2000, la cual nos brinda el sistema de identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo, para esto se utiliza un sistema de colores y letras, además de determinar los grados de riesgo en cada una de las características con números que van del cero al cuatro. Los colores utilizados para indicar las características de peligrosidad son:

Tabla 2. Clasificación de los colores usados para indicar las características de peligrosidad

| | |
|---|--|
|  | <p style="text-align: center;">Riesgo de incendio (rojo)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 4 EXTREMADAMENTE INFLAMABLE • 3 INFLAMABLE • 2 COMBUSTIBLE • 1 COMBUSTIBLE SI SE CALIENTA • 0 NO SE QUEMA |
|  | <p style="text-align: center;">Riesgo a la salud (azul)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 4 RIESGO GRAVE • 3 RIESGO SERIO • 2 RIESGO MODERADO • 1 RIESGO LEVE • 0 SIN RIESGO APARENTE |
|  | <p style="text-align: center;">Reactividad (amarillo)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 4 PUEDE DETONAR • 3 PUEDE DETONAR, PERO REQUIERE DE UNA FUENTE DE INICIO • 2 CAMBIO QUIMICO VIOLENTO • 1 INESTABLE SI SE CALIENTA • 0 ESTABLE |

| | |
|---|--|
|  | <p>Riesgo específico (blanco)</p> <ul style="list-style-type: none"> • OXIOXIDANTE • ACID ACIDO • ALC ALCALINO • CORR CORROSIVO • W NO USE AGUA |
|  | <p>Número de identificación de las naciones unidas</p> |
|  | <p>Sustancia</p> |

6.7. Pasos para la elaboración del Manual de Residuos Peligrosos

La elaboración de un manual de residuos peligrosos, es un trabajo teórico basado en las Normas Oficiales Mexicanas vigentes, las cuales enlistan y proporcionan los pasos a seguir.

Durante la elaboración de este documento, es necesario investigar y proporcionar la información necesaria de los distintos residuos peligrosos generados de todas las áreas de trabajo involucradas, para posteriormente almacenarlos de una forma segura y etiquetarlos como corresponde.

Una vez que los residuos peligrosos han sido identificados y separados según los listados de la NOM-052-SEMARNAT-2005 anexada al final del manual, se procede al almacenamiento en envases, que deberán ser etiquetados de acuerdo a sus características conforme a la NOM-003-SCT/2008 y la NOM-118-STPS-2000.

El manual deberá contener los requisitos que deben cumplir los sitios que se destinarán para un confinamiento controlado de residuos peligrosos previamente estabilizados como lo marca la NOM-055-SEMARNAT-2003 y NOM-058-SEMARNAT-1993.

Se debe contar con una bitácora de registro, por lo que es necesario la clasificación de los residuos peligrosos y se agrega una tabla donde aparece el nombre genérico y clave para facilitar el trabajo.

Tabla 3. Nombre genérico y clave del residuo peligroso. (AYALA, 2016)

| CATEGORIA | TIPO | CLAVE | CATEGORIA | TIPO | CLAVE | |
|-----------------------------------|------------------------|-------|---|------------------------------------|--|----|
| ACEITES GASTADOS | DIELECTRICOS | O5 | LODOS ACEITOSOS | | L6 | |
| | LUBRICANTES | O1 | | | L3 | |
| | HIDRAULICOS | O3 | | | L5 | |
| | SOLUBLES | O2 | | | L4 | |
| | TEMPLADO DE METALES | O8 | | LODOS PROVENIENTES DE: | TRATAMIENTO DE AGUAS DE AGUAS DE PROCESO | L2 |
| | OTROS (ESPECIFIQUE) | O4 | | | TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS | L1 |
| BREAS | CATALITICAS | B1 | SÓLIDOS | OTROS (ESPECIFIQUE) | L7 | |
| | DE DESTILACIÓN | B2 | | TELAS, PIELS O ASBESTO ENCAPSULADO | SO1 | |
| | OTRAS (ESPECIFIQUE) | B3 | | DE MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ | SO2 | |
| BIOLÓGICO- INFECCIOSOS | CULTIVOS Y CEPAS | BI1 | SOLVENTES | CON METALES PESADOS | SO5 | |
| | OBJETOS PUNZOCORTANTES | BI2 | | TORTAS DE FILTRADO | SO3 | |
| | RESIDUOS PATOLÓGICOS | BI3 | | OTROS (ESPECIFIQUE) | SO4 | |
| | RESIDUOS NO ANATOMICOS | BI4 | | ORGANICOS | S1 | |
| | SANGRE | BI5 | | ORGANOCOLORADOS | S2 | |
| ESCORIAS DE METALES PESADOS | FINAS | E1 | SUSTANCIAS CORROSIVAS | ACIDOS | C1 | |
| | GRANULARES | E2 | | ALCALIS | C2 | |
| LÍQUIDOS RESIDUALES DE PROCESO | CORROSIVOS | LR1 | OTROS RESIDUOS PELIGROSOS (ESPECIFIQUE) | | O | |
| | NO CORROSIVOS | LR2 | | | | |

6.7.1. Hoja de registro de residuos peligrosos.

Según lo establecido en el artículo 43, fracción I, inciso f) y g) de RLGPGIR se deberá realizar un registro como generador de residuos peligrosos como se muestra en la figura 22.



SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
SUBSECRETARÍA DE GESTIÓN PARA LA PROTECCIÓN AMBIENTAL
DIRECCIÓN GENERAL DE GESTIÓN INTEGRAL DE MATERIALES Y ACTIVIDADES RIESGOSAS
MODALIDAD SEMARNAT-07-017 REGISTRO DE GENERADORES DE RESIDUOS PELIGROSOS

Clasificación de los residuos peligrosos que estime generar (Artículo 43, fracción I, inciso f) y g) RLGPGR)

| No. ⁹ | Descripción del residuo peligroso ¹⁰ | Clave del residuo ¹¹ | Código de peligrosidad de los residuos (CPR): ¹² | | | | | | | | | M ¹³ | Clave genérica ¹⁴ | No. CAS: ¹⁵ | Cantidad ¹⁸ | |
|------------------|---|---------------------------------|---|---|---|---|----|----|----|---|---|-------------------------|------------------------------|------------------------|------------------------|--|
| | | | C | R | E | T | Te | Th | Tt | I | B | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | Categoría ¹⁸ | SIN GENERACION | Total ¹⁷ | 0.000000 | |

Figura 22. Tabla de registro de cantidades y clasificación de los residuos peligrosos generados anualmente.

- **Descripción del residuo**

Para el apartado de descripción del residuo se deberá llenar con el nombre del residuo generado y el nombre de la corriente de los residuos generados (se deben de integrar los nombres de los residuos que lo integran). (AYALA, 2016)

- **Clave del residuo**

En la clave de registro va el Número Identificador de acuerdo a la NOM-052-SEMARNAT-2005, en caso de que no se encuentre dentro de los enlistados de la NOM, se puede omitir el llenado de este dato, y en el caso de mezclas de residuos tóxicos agudos con tóxicos crónicos, se identificarán con la clave del residuo de mayor volumen. (AYALA, 2016)

- **Clave genérica**

En el apartado de clave genérica se llenará siempre y cuando el residuo peligroso no se encuentre enlistado en la NOM-052-SEMARNAT-2005 y haya sido identificado con un nombre genérico de los señalados en la tabla 3, se le deberá asignar la clave correspondiente. (AYALA, 2016)

- **No CAS**

Por último, en el No CAS es el número del Chemical Abstracts Service (Servicio de Resúmenes Químicos) de acuerdo a la NOM-052-SEMARNAT-2005 para los listados 3 y 4; para cuando describa un residuo peligroso que no se encuentre en la NOM indicada, se deberá omitir el llenado de esta columna. (AYALA, 2016)

6.7.2. Bitácora de residuos peligrosos

Para el caso de la bitácora de los residuos peligrosos se deberá de utilizar un formato para el cumplimiento del artículo 47 de la LGPGIR y el Artículo 71 del RLPGIR como se muestra en la siguiente figura. (AYALA, 2016)

| GENERACION | | | | | | | | | | ALMACENAMIENTO TEMPORAL | | MANEJO | | | |
|---|---------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|---|--|---|
| Nombre del residuo peligroso Art. 71 fracción I inciso (a) | Cantidad generada Ton. | Características de peligrosidad del residuo - Código de peligrosidad de los residuos (CPR) Art. 71 fracción I inciso (b) | | | | | | | | Área o proceso de generación Art. 71 fracción I inciso (c) | Fecha de ingreso Art. 71 fracción I inciso (d) | Fecha de salida Art. 71 fracción I inciso (e) | Fase de manejo siguiente a la salida del almacén Art. 71 fracción I inciso (f) | Prestador de servicio Art. 71 fracción I inciso (g) | |
| | | C | R | E | T | T | C | H | T | | | | | T | B |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| Total | | Nombre del responsable técnico de la bitácora | | | | | | | | | | | | | |

Figura 23. Tabla para el llenado de la bitácora.

Los aspectos a verificar son los siguientes: (AYALA, 2016)

- Todos los nombres de los residuos deben de coincidir con los nombres manifestados en el registro como generador de residuos peligrosos.
- La cantidad de residuos deben de registrarse en unidades de peso (g, kg, ton)
- Las características CRETIB deben de coincidir con los nombres manifestados en el registro como generador de residuos peligrosos.
- El área de generación debe de ser de acuerdo con lo observado en los recorridos de campo
- Fecha de ingreso al almacén temporal
- Fecha de salida del almacén temporal (fecha de entrega al transportista), debe de coincidir con la fecha registrada por el transportista en el manifiesto y debe ser menor de 6 meses o en su caso, si es mayor, exhibir documento de SEMARNAT ampliando el plazo de almacenamiento.
- Fase siguiente al almacén, debe de coincidir con los datos registrados en el apartado del destinatario del manifiesto.
- Prestador de servicios (debe de coincidir con los datos registrados en el apartado del destinatario del manifiesto).
 - ❖ Nombre denominación o razón social
 - ❖ Número de autorización

- Debe de ser actualizada y se debe de llenar todos los apartados.

6.8. Confinamiento controlado

Es una obra de ingeniería para la disposición final de residuos peligrosos. Las instalaciones en las cuales se lleva a cabo el confinamiento pueden ser propias o para la prestación de servicios a terceros. (SEMARNAT, TRAMITE SEMARNAT-07-033-H, 2015)

6.8.1. Características del confinamiento controlado para residuos peligrosos

Las instalaciones para el confinamiento de residuos peligrosos deberán cumplir con las medidas de seguridad adecuadas para prevenir que se generen derrames, fugas o migración de contaminantes.

Estas instalaciones, estarán a una distancia mínima de 5 Km, con respecto a los centros de población; al establecer su ubicación se requerirá tomar en cuenta el ordenamiento ecológico del territorio y los planes de desarrollo que resulten aplicables para prevenir la afectación a la salud y al ambiente. Sin embargo, se considera la posibilidad de establecer en la autorización las distancias mínimas aceptables con base en los estudios de vulnerabilidad que presenten los interesados. (SEMARNAT, TRAMITE SEMARNAT-07-033-H, 2015)

Se prohíbe el almacenamiento de residuos peligrosos por un periodo mayor de seis meses a partir de su generación, lo cual deberá quedar asentado en la bitácora correspondiente. (AYALA, 2016)

6.8.2. Condiciones básicas para las áreas de almacenamiento para pequeños y grandes generadores de residuos peligrosos.

El artículo 82 del RLGPGIR, Las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos de pequeños y grandes generadores, así como de prestadores de servicios deberán cumplir con las condiciones siguientes, además de las que establezcan las normas oficiales mexicanas para algún tipo de residuo en particular: (Unión, 2006)

I. Condiciones básicas para las áreas de almacenamiento:

- a) Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados.
- b) Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones.
- c) Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretilas de contención o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados.
- d) Cuando se almacenan residuos líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño.
- e) Contar con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia.
- f) Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de los residuos peligrosos almacenados.
- g) Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, en lugares y formas visibles.
- h) El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios.
- i) La altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical.

6.8.3. Almacenamiento para microgenerador de residuos peligrosos

El artículo 83 del RLGPGIR, estipula el almacenamiento de residuos peligrosos por parte de microgeneradores se realizará de acuerdo con lo siguiente: (Unión, 2006)

- I. En recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios.
- II. En lugares que eviten la transferencia de contaminantes al ambiente y garantice la seguridad de las personas de tal manera que se prevengan fugas o derrames que puedan contaminar el suelo.

- III. Se sujetará a lo previsto en las normas oficiales mexicanas que establezcan previsiones específicas para la microgeneración de residuos peligrosos.

6.9. Disposición final

Es la acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir y/o evitar su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos. (SEMARNAT, TRAMITE SEMARNAT-07-033-H, 2015)

La disposición final será la última opción a considerar en el manejo de los residuos peligrosos. Sin embargo, es justificable cuando la valorización o el tratamiento no sean económicamente viables, tecnológicamente factibles y ambientalmente adecuados. (SEMARNAT, TRAMITE SEMARNAT-07-033-H, 2015)

7. Cronograma de actividades

| Actividad | Semana | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | |
| DESARROLLO DEL REPORTE DE RESIDENCIA | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | |
| IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS Y COMPATIBILIDAD | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | |
| DESARROLLO DE ETIQUETADO Y ROMBO DE TRANSPORTE, ASÍ COMO EL ACONDICIONAMIENTO DEL ALMACÉN TEMPORAL | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | |
| VERIFICACIÓN Y LIMPIEZA DEL ALMACÉN | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | |
| DESARROLLO DE BITÁCORA DE ENTRADA Y SALIDA DEL ALMACÉN | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | |
| DESARROLLO DE FORMATO DE ENTREGA | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| LISTADO DE EMPRESAS LOCALES PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

7.1. Descripción de las actividades

En este capítulo se describen a continuación las actividades realizadas durante la residencia profesional en la planta potabilizadora “Los Pájaros”.

Investigación bibliográfica

Se realizó una investigación acerca de los manuales de residuos, así como de las normas involucradas para el desarrollo de esta documentación, de tal forma recopilar la información más relevante para la construcción de dicho manual.

Desarrollo del reporte de residencia

Para el desarrollo del reporte de residencia me dedique a ordenar el formato a utilizar para la construcción del trabajo final. Consistió en distribuir cada punto básico que iba a utilizar, estableciendo desde la introducción hasta la bibliografía para complementar los puntos con la información recopilada.

Identificación de residuos peligrosos y compatibilidad

De acuerdo a las áreas de trabajo, se identificó el tipo de residuo peligroso que se produce, realizando una evaluación para la identificación de compatibilidad para su almacenamiento, estos fueron identificados y clasificados de acuerdo a la NOM-054-SEMARNAT-1993, que establece el procedimiento de determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993, la cual establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.



Figura 24. Soluciones resultantes del análisis de pruebas de contaminantes presentes en el agua.

Desarrollo de etiquetado y rombo de transporte, así como el acondicionamiento del almacén temporal

Una vez ya identificados y evaluados su compatibilidad de los residuos peligrosos, se realizó el acondicionamiento de almacenamiento temporal antes de su transporte, y se desarrolló el etiquetado y rombo de transporte de acuerdo a la NOM-003-SCT-2008 junto a la NOM-118-STPS-2000.

Como ya existía un almacén temporal, se tenía que reacondicionar el espacio donde se va a mantener temporalmente los residuos peligrosos producidos en cada área de trabajo de la planta potabilizadora, para luego ser transportados a su disposición final.

Verificación y limpieza del almacén.

Se realizó la verificación del almacén basándose en lo establecido en el artículo 83 del RLGPGIR, donde se inspecciono que cumpliera con lo establecido, desde el suelo hasta los recipientes usados. En cuestión de limpieza, se verifico que se encuentra en buenas condiciones, lo que nos permite, de haber alguna fuga de algún residuo peligroso, controlarla de la forma adecuada.



Figura 25. Fotografía del interior del almacén ya verificado.

Elaboración de bitácora de entradas y salidas del almacén

Se utilizó el formato proporcionado por la SEMARNAT, para su correcto llenado de acuerdo a las características del residuo peligroso generado.

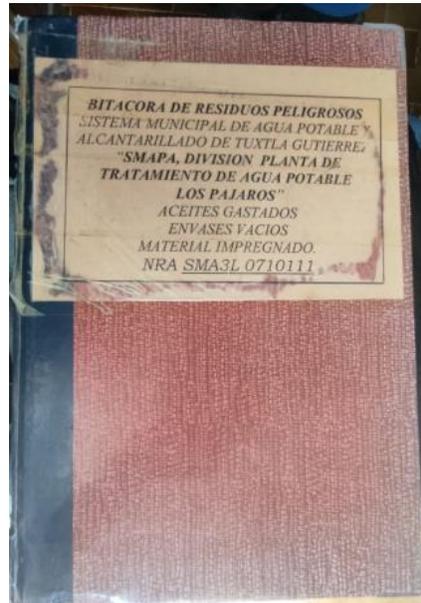


Figura 26. Fotografía de la bitácora utilizada.

Desarrollo y formato de entrega

Para el formato de entrega, transporte y recepción de residuos peligrosos se realizó el documento que se deberá llenar por ambas partes es decir por el que entrega el residuo peligroso (en este caso la planta potabilizadora) y el que recibe el residuo peligroso (la empresa recolectora del residuo peligroso).

Listado de empresas locales para la disposición final de los residuos.

Para el listado se realizó una investigación de las empresas autorizadas por la SEMARNAT para el manejo de los residuos peligrosos, por lo que se tomó en cuenta únicamente las empresas locales.



8. Resultados

A continuación, se presentan los resultados de las actividades realizadas en la planta potabilizadora “Los Pájaros”

8.1. Generación de los residuos peligrosos

Se presenta en la siguiente tabla los diferentes residuos peligrosos que se generan en las distintas áreas de trabajo de la planta potabilizadora.

Tabla 4. Clasificación de los residuos peligrosos que estime generar.

| EMARNAT-07-017. REGISTRO DE GENERADORES DE RESIDUOS PELIGROSOS | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|-------------------|--|---|---|---|----|----|----|---|---|------------------------------|--------------------------|-------------------------|----------|--------------------|
| ANEXO 16.4 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clasificación de los residuos peligrosos que estime generar (Artículo 43, fracción I, inciso f) y g) RLGPGR) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| No.º | Descripción del residuo peligroso ^{16.4.2} | Clave del residuo | Código de peligrosidad de los residuos (CPR) | | | | | | | | | | M ^{16.4.5} | Clave genérica | No. CAS | Cantidad (ton/año) |
| | | | C | R | E | T | Te | Th | Tt | I | B | | | | | |
| 1 | ACEITES LUBRICANTES | | | | | X | | | | | | X | | O1 | | 2.1 |
| 2 | RECIPIENTES VACIOS | | | | | X | | | | | | X | | SO4 | | 0.05 |
| 3 | ESTOPA IMPREGNADA CO ACEITE | | | | | X | | | | | | X | | SO4 | | 0.05 |
| 5 | LAMPARAS FLUORESCENTES USADAS | | X | | X | X | | | | X | | | | O | | 0.05 |
| 6 | SOLUCION ACUOSA DE CROMATO DE POTASIO, NITRATO DE PLATA, CARBONATO DE CALCIO Y CLOURO DE SODIO | | X | X | | X | | | | | | | | C2 | | 0.000144 |
| 7 | SOLUCION ACUOSA DE ETILENDIAMINOTETRAACETICO, ERIOCROMO NEGRO T, CLORURO DE AMONIO, HIDROXIDO DE AMONIO | | X | X | | X | | | | | | | | C2 | | 0.000081 |
| 8 | SOLUCION ACUOSA DE ACIDO SULFURICO, NARANJA DE METILO, FENOLFTALEINA Y CARBONATO DE SODIO | | X | X | | | | | | | | | | C1 | | 0.000144 |
| 9 | SOLUCION ACUOSA DE HIDROXIDO DE SODIO, MUREXIDA Y ACIDO CLORHIDRICO | | X | X | | | | | | | | | | C2 | | 0.0000810 |
| 10 | SOLUCION ACUOSA DE ASCORBICO, REACTIVO DE ALUMINIO ALUVER 3 Y REACTIVO BLANQUEADOR 3 | | | | | X | | | | | | | | C1 | | 0.000036 |
| 11 | SOLUCION ACUOSA DE CLORURO DE BARIO, GLICEROL, CLORURO DE MAGNESIO, ALCOHOL ETILICO, ACIDO CLORHIDRICO Y CLORURO DE SODIO | | X | | | X | | | | | | X | | C1 | | 0.000054 |
| 12 | CULTIVOS Y CEPAS | | | | | | | | | | | | X | BH | | 0.002900 |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | Categoría ^{16.4.10} | PEQUEÑO GENERADOR | Total ^{16.4.9} | 2.254169 | |

De acuerdo a la tabla 4 del registro de residuos peligrosos se describirá los diferentes procesos de donde surge cada uno de los RP de las distintas áreas de trabajo.

8.1.1. Laboratorio

En el laboratorio se generan siete de los residuos peligrosos registrados que son:

- 1) Solución acuosa de cromato de potasio, nitrato de plata, carbonato de calcio y cloruro de sodio.
- 2) Solución acuosa de etilendiaminotetraacético, eriocromo negro T, cloruro de amonio, hidróxido de amonio.
- 3) Solución acuosa de ácido sulfúrico, naranja de metilo, fenolftaleína y carbonato de sodio.
- 4) Solución acuosa de hidróxido de sodio, murexida y ácido clorhídrico.
- 5) Solución acuosa de ácido ascórbico, reactivos de aluminio aluver 3 y reactivo blanqueador 3.
- 6) Solución acuosa de cloruro de bario, glicerol, cloruro de magnesio, alcohol etílico, ácido clorhídrico y cloruro de sodio.
- 7) Cultivos y cepas.

Las soluciones consideradas como RP son producto del análisis y neutralización de las distintas muestras de agua, tomadas en los diferentes puntos del proceso de potabilización.

Cloruros

Para la neutralización del cloruro se usan las soluciones de cromato de potasio, nitrato de plata, carbonato de calcio y cloruros de sodio y agua destilada. De este proceso surge el residuo peligroso de: solución acuosa de cromato de potasio, nitrato de plata, carbonato de calcio y cloruro de sodio.



Figura 27. Fotografías del proceso de titulación de la solución neutralizada de cloruro.

Sulfato

Los reactivos utilizados en el análisis y neutralización son: glicerina, ácido clorhídrico alcohol etílico, cloruro de sodio, cloruro de bario, sulfato de sodio anhidrido y una solución acondicionada para mantener en suspensión los iones sulfato al momento de las lecturas con el espectrofotómetro. Si en el análisis durante la curva de valoración se muestra que existe algún residuo se prepara 1L de solución.

De este proceso surge el residuo peligroso: solución acuosa de cloruro de bario, glicerol, cloruro de magnesio, alcohol etílico, ácido clorhídrico y cloruro de sodio.

Dureza

Para el análisis y la neutralización de la dureza se usan las soluciones de carbonato de calcio con agua para la valoración, una solución BUFFER, cloruro de amonio, hidróxido de amonio, cloruro de sodio, usando como indicador el negro de eriocromo T y titulando con EDTA (ácido etilendiaminotetraacético) y agua.

De este proceso surge el RP: solución acuosa de etilendiaminotetraacético, eriocromo negro T, cloruro de amonio, hidróxido de amonio.



Figura 28. Titulación con EDTA de la muestra de agua con dureza

Aluminio

Para el caso de aluminio presente en la muestra obtenida, se utiliza un kit para preparar la solución y poder ser utilizado en el colorímetro. Dicho kit contiene:

- Ascorbic Acid Powder Pillow (sobre de ácido ascórbico en polvo).
- Aluver 3 Aluminum Reagent Powder Pillow (almohadilla de polvo de reactivo de aluminio).
- Bleaching 3 Reagent Powder (blanqueador 3 reactivo en polvo).

De este proceso de análisis surge el RP: solución acuosa de ácido ascórbico, reactivo de aluminio aluver 3 y reactivo blanqueador 3.

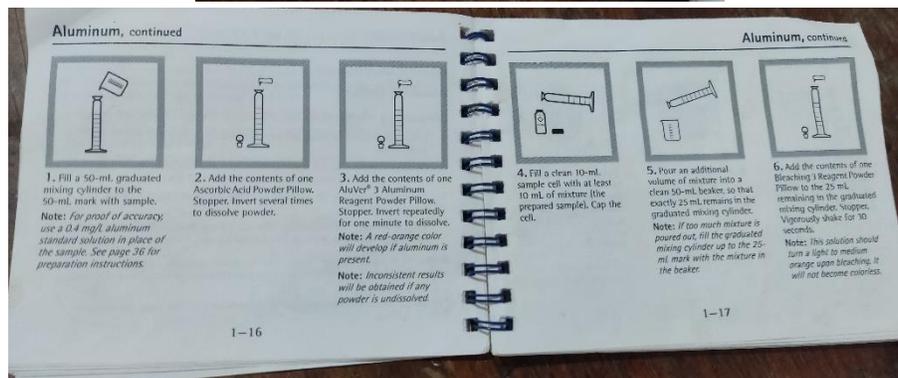


Figura 29. Fotografías del manual del colorímetro utilizado en el laboratorio de la planta potabilizadora para la determinación de aluminio.

Alcalinidad

Los reactivos manejados para la estandarización, análisis y neutralización de la alcalinidad de la muestra obtenida son: tiosulfato de sodio y agua, fenolftaleína y agua, alcohol etílico, anaranjado de metilo, ácido sulfúrico a 0.02 normal, para la valoración se utiliza carbonato de sodio y para la neutralización hidróxido de sodio.

De este proceso surge el RP: solución acuosa de ácido sulfúrico, naranja de metilo, fenolftaleína y carbonato de sodio.



Figura 30. Fotografías de la valoración de la muestra de agua para determinar su valor de alcalinidad.

Bacteriología

Durante este proceso de laboratorio surgen los RP de cepas y cultivos, originados del proceso de cultivos para los estudios de bacterias y microorganismos presentes en los diferentes puntos de tomas de muestra de la planta potabilizadora.

8.1.2. Electromecánica

El taller de electromecánica, se encargan del mantenimiento de equipos, principalmente bombas y motores. En los procesos de mantenimiento, se producen los RP que aparecen en la tabla 4 de registro de residuos peligrosos: aceites lubricantes, recipientes vacíos, estopas impregnadas de aceite y lámparas fluorescentes.



Figura 31. Fotografías de mantenimiento de bombas y motores

8.2. Almacén temporal

La planta potabilizadora Los Pájaros, ya cuenta con el almacén temporal de residuos peligrosos, construido desde el 2013, pero a consecuencia del sismo ocurrido en septiembre del 2017, sufrió algunos daños estructurales que hicieron que el almacén temporal dejara de utilizarse. Tiempo después que se hiciera la valoración para determinar si el almacén podría volver a utilizarse, el espacio se utilizó para guardar algunos recipientes vacíos, entre otras cosas más.

Para la elaboración de este manual, era necesario la rehabilitación del almacén, por lo que se tenía que sacar todo lo que estaba adentro y limpiarlo.

Una vez dejado el espacio limpio se prosiguió a dejar los contenedores específicos para cada residuo peligroso destinado a este almacén temporal.



Figura 32. Fotografía del almacén temporal rehabilitado.

El almacén está diseñado para la eliminación práctica de manejo de aceites sobre el suelo natural, por lo que cuenta con piso de concreto, pero hacen falta las charolas para el control de derrames.

Gracias a la altura y el espacio altamente ventilado se evita el calentamiento del interior del almacén, evitando que los residuos peligrosos con características reactivas se vuelvan inestables.

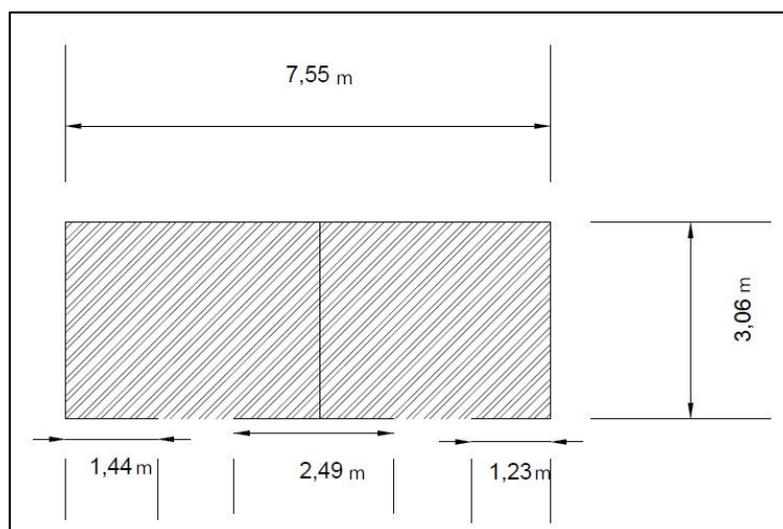
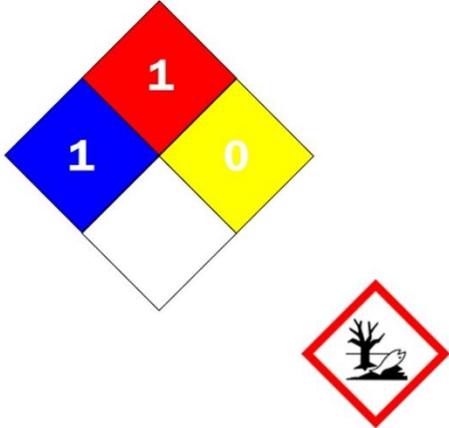
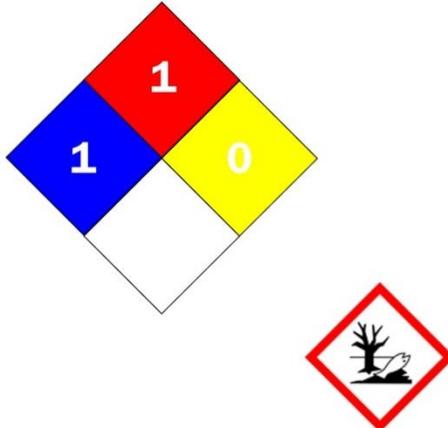
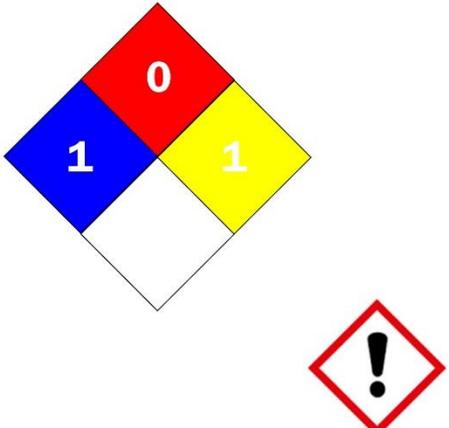
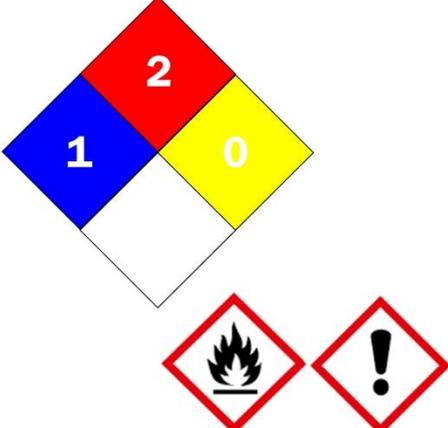


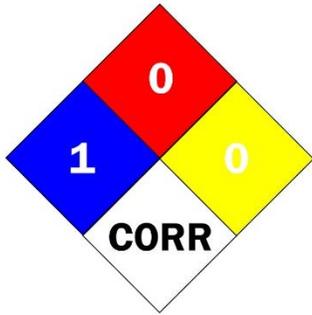
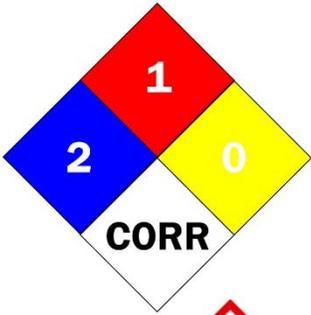
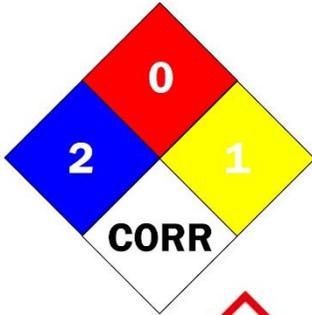
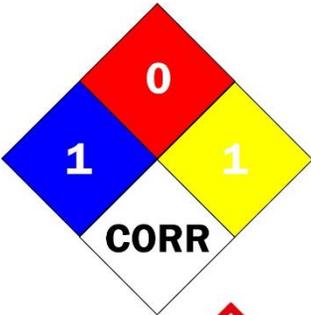
Figura 33. Croquis del almacén temporal

8.3. Etiquetado de cada residuo peligroso

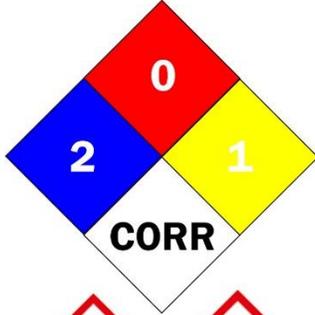
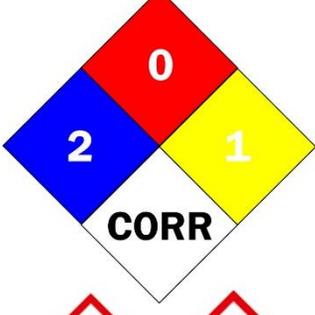
En las siguientes imágenes se muestra el etiquetado utilizado para cada uno de los residuos peligrosos.

| | | | |
|---|----------|--|--------|
|  | |  | |
| ACEITES LUBRICANTES | UN: 3082 | RECIPIENTES VACIOS | UN: ND |
|  | |  | |
| LAMPARAS FLUORECENTES USADAS | UN: ND | ESTOPA IMPREGNADA CON ACEITE | UN: ND |



| | | | |
|--|---|---|--------|
|   |    | | |
| SOLUCION ACUOSA DE ACIDO ASCORBICO, REACTIVO DE ALUMINIO ALUVER 3 Y REACTIVO BLANQUEADOR 3 | UN: ND | SOLUCION ACUOSA DE CLORURO DE BARIO, GLICEROL, CLORURO DE MAGNESIO, ALCOHOL ETILICO, ACIDO CLORHIDRICO Y CLORURO DE SODIO | UN: ND |
|    |    | | |
| SOLUCION ACUOSA DE ACIDO SULFURICO, NARANJA DE METILO, FENOLFTALEINA Y CARBONATO DE SODIO | UN: ND | SOLUCION ACUOSA DE HIDROXIDO DE SODIO, MUREXIDA Y ACIDO CLORHIDRICO | UN: ND |



| | | | |
|--|--|---|--------|
|   |   | | |
| SOLUCION ACUOSA DE CROMATO DE POTASIO, NITRATO DE PLATA, CARBONATO DE DE CALCIO Y CLORURO DE SODIO | UN: ND | SOLUCION ACUOSA DE ETILENDIAMINO- TETRAACETICO, ERIOCROMO NEGRO T, CLORURO DE AMONIO, HIDROXIDO DE AMONIO | UN: ND |

8.4. Formato de entrega, transporte y recepción de residuos peligrosos

A continuación se presenta el formato creado para la entrega, transporte y recepción de los residuos peligrosos basados en la NOM-043-SCT-2004, la que establece la información fundamental que debe contener el Documento de Embarque, relativa a la designación oficial de transporte.

Tabla 5. Formato de entrega, transporte y recepción.

| | | | | | | |
|---|--|--|------------------------------------|------------|----------------------------------|---------------------|
| G E N E R A D O R | NOMBRE DE LA EMPRESA GENERADORA: _____ | | | | | |
| | DOMICILIO: _____ | | | C.P. _____ | | |
| | MUNICIPIO: _____ | | ESTADO: _____ | | | |
| | TELÉFONO: _____ | | | | | |
| | DESCRIPCIÓN (Nombre del residuo y características "CRETIB") | | CONTENEDOR | | CANTIDAD TOTAL DE RESIDUOS | UNIDAD VOL./PESO |
| | | | No. CANTIDAD | TIPO | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| INTRUCCIONES ESPECIALES E INFORMACIÓN ADICIONAL PARA EL MANEJO SEGURO | | | | | | |
| NOMBRE Y FIRMA DEL RESPONSABLE: _____ | | | | | | |
| T R A N S P O R T I S T A | NOMBRE DE LA EMPRESA TRANSPORTADORA: _____ | | | | | |
| | AUTORIZACION S.C.T. _____ | | AUTORIZACION DE LA SEMARNAT: _____ | | | |
| | DOMICILIO: _____ | | | | | |
| | TELÉFONO: _____ | | | | | |
| | RECIBÍ LOS RESIDUOS DESCRITOS EN EL MANIFIESTO PARA SU TRANSPORTE. | | | | | |
| | NOMBRE: _____ | | CARGO: _____ | | | |
| FECHA DE EMBARQUE: _____ / _____ / _____ | | | | | | |
| DÍA MES AÑO | | | | | | |
| RUTA DE LA EMPRESA GENERADORA HASTA SU ENTREGA: _____ | | | | | | |
| TIPO DE VEHICULO: _____ | | | No. DE PLACA: _____ | | | |
| _____ FIRMA | | | | | | |

8.5. Empresas autorizadas prestadoras de servicios para la disposición final de los residuos peligrosos

En la siguiente tabla se muestran las distintas empresas autorizadas para brindar el servicio de disposición final a los residuos peligrosos.

Tabla 6. Lista de empresas locales autorizadas para el manejo de los residuos peligrosos.

| Empresa | Dirección | Municipio | Clave municipio | Estado | Clave estado | Teléfono | Tipo de residuo | No. De autorización | Vigencia inicio | Vigencia termino | Capacidad (ton/año) |
|--|---|-----------------|-----------------|---------|--------------|-----------------|--|---------------------|-----------------|------------------|---------------------|
| Industrial Cerámica Joven, S.A. de C.V. | Km 10,5 de la Carretera a La Angostura s/n, Col. Ribera Las Flechas, C.P. 29160 | Chiapa de Corzo | 27 | Chiapas | 7 | (961) 61 209 99 | Reciclaje energético de aceite lubricante gastado proveniente de talleres mecánicos de servicio automotriz | 07-IV-17-17 | 12/05/2017 | 12/05/2027 | 468 |

INGENIERÍA QUÍMICA

| | | | | | | | | | | | |
|--|--|-----------------------|-----|---------|---|--------------------------|--|-----------------|------------|------------|------|
| Ladrillera Docal, S.A. de C.V. | Km 12 Carretera Tuxtla - La Angostura s/n, Col. Amatal, C.P. 29169 | Chiapa de Corzo | 27 | Chiapas | 7 | (961) 61 113 47 | Reciclaje energético de aceite lubricante gastado proveniente de talleres mecánicos de servicio automotriz | 07-IV- 18-17 | 12/05/2017 | 12/05/2027 | 468 |
| Logística de Transportación y Comercialización JB, S.A. de C.V. | Carretera Tuxtla a San Fernando Km 10.5 s/n, Ejido Viva Cárdenas, C.P. 29120 | San Fernando | 79 | Chiapas | 7 | (961) 615 54 38 | Líquido fijador cansado | 07-V- 61-18 | 28/09/2018 | 28/09/2028 | 17 |
| Logística y Comercialización JB, S.A. de C.V. | Av. Central Poniente No. 694, Col. Terán, C.P. 29050 | Tuxtla Gutiérrez | 101 | Chiapas | 7 | (961) 615 5438 | Residuos peligrosos biológico infecciosos y medicamentos caducos líquidos y sólidos | 07-VI- 23-19 | 13/06/2019 | 13/06/2029 | 4689 |

9. Conclusiones

Se logró la implementación del manual con la identificación de los catorce residuos peligrosos de acuerdo a la evaluación de compatibilidad entre estos todo conforme a la NOM-054-SEMARNAT-1994, con esto a la vez se consiguió el desarrollo de etiquetado y rombo de transporte según lo establecido en la NOM-003-SCT-2008 junto con la NOM-118-STPS-2000. Para la construcción del almacén temporal no hubo ningún problema ya que este se encontraba construido, por lo que la verificación y la limpieza se pudo hacer sin detalle y dejarlo como lo establece el artículo 83 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos para los microgeneradores de residuos peligrosos; se desarrollo una bitácora de entrada y salida del almacén temporal de los residuos peligrosos, se obtuvo un formato para la entrega, transporte y recepción; finalmente se estableció un listado de las empresas locales para la distribución final de los residuos peligrosos.

10. Recomendaciones

Se recomienda un buen análisis de riesgos de las soluciones para un mejor etiquetado, añadir los equipos de seguridad necesarios para el manejo y transporte de los RP y agregar debajo de los recipientes las charolas para el control de derrames.

11. Experiencia adquirida

Durante los cuatro meses obtuve una experiencia gratificante y complementaria, ya que los conocimientos que adquirí durante la residencia lograron complementar lo aprendido durante los tiempos de estudio en el aula, ya que lo que se logra ver dentro de un salón de clases es la base o lo necesario para un enfoque y la toma de decisiones. También es bueno reconocer los errores que uno comete, pero parte de la experiencia que uno va adquiriendo para mejorar.

12. Competencias desarrolladas y/o aplicadas

12.1. Básicas

- Capacidad de comprensión sistemática y dominio del campo de estudio. Habilidades y métodos de investigación relevantes para el campo.
- Capacidad de adoptar y poner en práctica una investigación sustancial.
- Capacidad para contribuir a la ampliación de las fronteras del conocimiento a través de una investigación.
- Capacidad de comunicación con la sociedad acerca de sus ámbitos de conocimiento en los modos e idiomas de uso habitual de la sociedad en general.

12.2. Capacidades y destrezas personales

- Trabajo en equipo y de manera independiente para el avance de proyecto y para la obtención de resultados conveniente.
- La crítica y defensa abierta de soluciones.
- Pensamiento analítico
- Toma de decisiones
- Compromiso

13. Bibliografía

AMBIENTE, L. G. (04 de 06 de 2012). Obtenido de Diario Oficial de la Federación :
chrome-
extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.senado.gob.mx/comisiones/desarrollo_social/docs/marco/Ley_GEEPA.pdf

Ambiente, M. d. (2002). *Ley Nacional 25.612 Gestión integral de residuos industriales y de actividades de servicios*. Buenos Aires .

AYALA, I. S. (2 de SEPTIEMBRE de 2016). *CURSO-TALLER EN MATERIA DE RESIDUOS* . Obtenido de GOBIERNO DE MÉXICO: chrome-
extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/138509/1_curso_de_residuos_rpe_sep2016.pdf

Carrera, E. G. (1992). *NTP 359: Seguridad en el laboratorio: gestión de residuos tóxicos y peligrosos en pequeñas cantidades*. Barcelona : Publicaciones Universitat de Barcelona.

Chavez Vargas , R. M., & Ye Gómez, D. E. (2018). *MANUAL DE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS EN LOS LABORATORIOS DE QUÍMICA BÁSICA*. Xalapa, Veracruz : Universidad Veracruzana .

Cortinas de Nava, C. (2007). *Regulación de los Residuos Peligrosos en México*. México: SEMARNAT. Obtenido de
http://siscop.inecc.gob.mx/descargas/publicaciones/regulacion_de_rp_en_mex

Federación, D. O. (18 de 01 de 1996). *Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización*. Obtenido de DOF:
[https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4866379&fecha=18/01/1996#gsc.ta
b=0](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4866379&fecha=18/01/1996#gsc.tab=0)

Fernández Escamilla, F. (s.f.). *Manejo de Residuos Peligrosos*. Yucatán, México. .

Mexicanos, C. P. (28 de 05 de 2021). Obtenido de Diario Oficial de la Federación:
chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.diputados.gob.mx/Ley
esBiblio/pdf/CPEUM.pdf

Naturales, S. N. (s.f.). *Informe del Medio Ambiente* . Obtenido de Gobierno de México :
<https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/tema/cap7.html>

NOM-052-SEMARNAT-2005. (23 de JUNIO de 2006). *SEMARNAT*. Obtenido de Diario
Oficial de la Federación : chrome-
extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.economia-
noms.gob.mx/normas/noms/2006/052semarnat.pdf

PROFEPA. (5 de septiembre de 2016). *GOBIERNO DE MÉXICO* . Obtenido de LEY
GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE:
[https://www.gob.mx/profepa/documentos/ley-general-del-equilibrio-ecologico-y-
la-proteccion-al-ambiente-63043](https://www.gob.mx/profepa/documentos/ley-general-del-equilibrio-ecologico-y-la-proteccion-al-ambiente-63043)

RESIDUOS, L. G. (18 de 01 de 2021). Obtenido de Diario Oficial de la Federación :
chrome-
extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.diputados.gob.mx/Ley
esBiblio/pdf/263_180121.pdf

REYES, I. E. (15 de JUNIO de 2011). *MANUAL PARA EL MANEJO DE LOS RESIDUOS
PELIGROSOS DE TIPO QUÍMICO (CRETI)*. Obtenido de INSTITUTO NACIONAL
DE PERINATOLOGÍA : chrome-
extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.inper.mx/descargas/p
df/CRETI.pdf

SEMARNAT. (23 de JUNIO de 2006). *NOM-052-SEMARNAT-2005*. Obtenido de
DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION:
[https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/1055/SEMARNA/SEMARNA.htm#:~:tex
t=Esta%20Norma%20Oficial%20Mexicana%20establece,que%20se%20conside
ren%20como%20tales.](https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/1055/SEMARNA/SEMARNA.htm#:~:text=Esta%20Norma%20Oficial%20Mexicana%20establece,que%20se%20consideren%20como%20tales.)

SEMARNAT. (9 de NOVIEMBRE de 2015). *TRAMITE SEMARNAT-07-033-H*. Obtenido
de GOBIERNO DE MÉXICO : [https://www.gob.mx/semarnat/documentos/tramite-
semarnat-07-033-](https://www.gob.mx/semarnat/documentos/tramite-semarnat-07-033-)

14. ANEXOS

14.1. CARTA DE COMPROMISO

CARTA COMPROMISO

El que suscribe C. Juan Marcos Chavez Chandomi estudiante del 9 semestre, de la carrera de Ing. Química del Instituto Tecnológico De Tuxtla Gutiérrez, con número de control 18270352, me permito manifestar mi compromiso para entregar mi liberación de servicio social como fecha límite el **viernes 30 de septiembre de 2022**, a la Coordinación de Ingeniería química, con la cual quedará integrado en su totalidad el expediente de Residencia Profesional.

Me hago responsable de las consecuencias que se deriven por el incumplimiento en la entrega de la liberación de servicio social en la fecha establecida.

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 19 de agosto de 2022.



NOMBRE Y FIRMA DEL ALUMNO

14.2. CARTA DE PRESENTACIÓN Y AGRADECIMIENTO



Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez
Gestión Tecnológica y Vinculación

Departamento de Gestión Tecnológica y Vinculación.

No. DE OFICIO: 0451

ASUNTO: PRESENTACION DEL ALUMNO Y AGRADECIMIENTO

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; A 30 de septiembre de 2022.

C. Cra. María Isabel Hernández de León
Subdirectora de recursos humanos
SISTEMA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO (SMAPA)
P R E S E N T E.-

El Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, tiene a bien presentar a sus finas atenciones al (la) alumno(a): **JUAN MARCOS CHAVEZ CHANDOMI** Número de Control **18270352** carrera de: **INGENIERIA QUIMICA (2016)** quien desea desarrollar en ese organismo el proyecto de Residencias Profesionales denominado **MANUAL DE RESIDUOS PELIGROSOS DE LA PLANTA LOS PAJAROS** Cubriendo un total de 500 horas, en un periodo de cuatro a seis meses, en el periodo AGOSTO-DICIEMBRE/2022.

Es importante hacer de su conocimiento que todos los alumnos que se encuentran inscritos en esta institución cuentan con un seguro de contra accidentes personales con la empresa THONA, según póliza No. AP-TEC-100-01 e inscripción en el IMSS.

Así mismo, hacemos patente nuestro sincero agradecimiento por su buena disposición y colaboración para que nuestros alumnos, aun estando en proceso de formación, desarrollen un proyecto de trabajo profesional, donde puedan aplicar el conocimiento y el trabajo en el campo de acción en el que se desenvolverán como futuros profesionistas.

Al vernos favorecidos con su participación en nuestro objetivo, sólo nos resta manifestarle la seguridad de nuestra más atenta y distinguida consideración.

ATENTAMENTE

CAROLINA CUETO DOMINGUEZ
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE GESTIÓN
TECNOLÓGICA Y VINCULACIÓN



Carretera Panamericana Km. 1080. C.P. 29050. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas | tuxtla.tecnm.mx
Tel. (961) 615 0461. 615 0138. 615 4808. ext. 408. correo: vin_tgutierrez@tecnm.mx





TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

INGENIERÍA QUÍMICA



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez
Gestión Tecnológica y Vinculación

Departamento de Gestión Tecnológica y Vinculación.

No. DE OFICIO: 0451

ASUNTO: PRESENTACION DEL ALUMNO Y AGRADECIMIENTO

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; A 30 de septiembre de 2022.

Firma Digital:

LS0LS1CRUdJT8QVUJMEUMg50VZLS0LS0KTUHQk18MEjdOUS7HU09MORRRUJ8UVV8QTRHT6FE0QpUUCZ1FEQm@N1dQ52twdGp
8WTaWQ50E4yeWwWppKULhGaQV1eF8e5044dVXaDZogRFZVM1M1ZV3hCexE4bmdN6E5HMmN6Md50kxmQ3Jud2985ZPTT
N6dip4CVM8U01T2xwWmhbkzVfQv8UdeV1ZaQkdadpNZTPeOROTD8F8HN7ERoT3NSd0VR5m93eH8aUVfwwXERVIKT2d5D
8mWGxUW8zTk13bUxR5UR8UUPCC0L50eRUSEIF8VQkQy8LRV8LS0LQe=

Sello Digital:

RmPa800TVQe8kVur6j3pKZz07z6Qw7afpQexaj9746WjdaY0Vh8zPqUONuplONa8jKXQ4bNjzQUedWRRR0kCZ8jAJ/
8F8v6ic8kUOHMm8z9505vAMDQanaQe50R+D0507H4ZY4b7mkZAgN9PjNwC73aY6bL8=

Cadena Original:

0451|2022-09-30|Subdirectora de recursos humanos |SISTEMA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO (SMAPA)|JUAN
MARCOS CHAVEZ CHANDOMI|INGENIERIA QUIMICA|MANUAL DE RESIDUOS PELIGROSOS DE LA PLANTA LOS PAJAROS|2022|AGO-
DIC|2022|CUC08512150H6

CCP. Archivo



Carretera Panamericana Km. 1080. C.P. 29050. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas | tuxtla.tecnm.mx
Tel. (961) 615 0461, 615 0138, 615 4808, ext. 408, correo: vin_tgutierrez@tecnm.mx



2022 Flores
de Maestros

14.3. CARTA DE ACEPTACIÓN



DIRECCION ADMINISTRATIVA
SUBDIRECCION DE RECURSOS HUMANOS
OFICIO NUMERO SMAPA/DA/SRH/163/2022

Tuxtla Gutiérrez; Chiapas a 03 de Octubre de 2022.



C. Carolina Cueto Domínguez
Jefa de Departamento de Gestión
Tecnológica y Vinculación
Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez
Ciudad

Por este medio tengo a bien comunicar que el **C. Juan Marcos Chávez Chandomi**, alumno de esa Universidad, con número de control **18270352**, de la carrera de **Ingeniería Química (2016)**, ha sido aceptado para realizar su **Residencia Profesional**, en este Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado, en el programa "**Manual de Residuos Peligrosos de la Planta los Pájaros**", cubrirá un total de **500 horas**, con fecha de inicio 01 de octubre 2022 al 01 de febrero 2023, durante el período escolar agosto-diciembre de 2022, contando como asesor externo a la Ing. Obdulia Hernández Vázquez.

Lo anterior bajo las siguientes condiciones: El alumno deberá firmar hora de entrada y salida de cada día.

Razón Social de la Empresa: Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado.

Área donde se llevará a cabo las prácticas profesionales: Subdirección de Producción dependiente de la Dirección de Operación y Mantenimiento.

Nombre del Jefe Directo: Ing. Jorge Luis Rodríguez Jiménez.

Puesto del Jefe Directo: Subdirector de Producción.

Se extiende la presente para los efectos académicos que al interesado convenga.

Atentamente

C.P. María Isabel Hernández de León
Subdirectora de Recursos Humanos

C.c.p. Archivo/Expediente/Minutario



14.4. CARTA DE LIBERACIÓN



DIRECCION ADMINISTRATIVA
SUBDIRECCION DE RECURSOS HUMANOS
OFICIO NUMERO SMAPA/DA/SRH/0017/2023

Tuxtla Gutiérrez; Chiapas a 01 de febrero de 2023.

Asunto: Carta de Terminación de Residencia Profesional.

C. Carolina Cueto Domínguez
Jefa de Departamento de Gestión
Tecnológica y Vinculación
Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez
C i u d a d.



Por este medio hago constar que el **C. Juan Marcos Chávez Chandomi**, quien se presentó como alumno de esa Universidad, con número de matrícula **18270352**, de la carrera de **Ingeniería Química (2016)**, concluyo satisfactoriamente su **Residencia Profesional**, en la **Subdirección de Producción dependiente de la Dirección de Operación y Mantenimiento**, en el programa "**Manual de Residuos Peligrosos de la Planta los Pájaros**", de este Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado, cubriendo un total de 500 horas, fecha de inicio 01 de octubre 2022 al 01 de febrero 2023, en el ciclo escolar agosto-diciembre 2022.

Lo anterior, para fines administrativos correspondientes.

Sin otro particular por el momento, le envió un cordial saludo.

Atentamente


C.P. María Isabel Hernández de León
Subdirectora de Recursos Humanos
C. c. p. Archivo y Minutaje

