



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE  
DESECHOS DE ASBESTO PARA LA EMPRESA AGROINSUMOS ACHÉ**

**Kelvin Josué Morales Ortiz**

Asesorado por el Ing. Byron René Del Cid Hernández

Guatemala, julio de 2021



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE  
DESECHOS DE ASBESTO PARA LA EMPRESA AGROINSUMOS ACHÉ**

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**KELVIN JOSUÉ MORALES ORTIZ**

ASESORADO POR EL ING. BYRON RENÉ DEL CID HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, JULIO DE 2021



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés de León Bran
VOCAL V	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Angel Roberto Sic García (i.a.)
EXAMINADOR	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Erwin Danilo González Trejo
EXAMINADOR	Ing. Victor Hugo García Roque
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez



## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS DE ASBESTO PARA LA EMPRESA AGROINSUMOS ACHÉ**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial con fecha julio de 2015.

**Kelvin Josué Morales Ortiz**



Guatemala 18 de septiembre de 2020

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
Director de Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Director

Cumpliendo con lo resuelto por la dirección de la escuela, se procedió a la asesoría del trabajo de tesis titulado **"ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS DE ASBESTO PARA LA EMPRESA AGROINSUMOS ACHÉ"**, desarrollado por el estudiante universitario Kelvin Josué Morales Ortiz.

El contenido del trabajo de tesis ha llenado los requisitos, donde se ha aplicado consulta de material bibliográfico adecuado; investigación, trabajo de campo y aplicación de conocimientos; siguiendo las recomendaciones de la asesoría, con el objetivo que el documento sea una guía efectiva y aplicable.

Por lo expuesto, le doy el visto bueno al trabajo de investigación final de graduación del estudiante Kelvin Josué Morales Ortiz.

Atentamente.

**Byron René del Cid Hernández**  
INGENIERO INDUSTRIAL  
Colegiado No. 4273

---

Ing. Byron René del Cid Hernández.

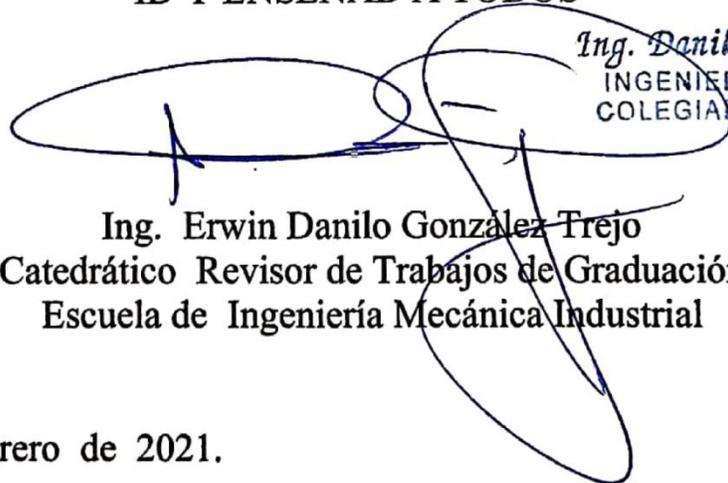


ESCUELA DE  
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

REF.REV.EMI.012.021

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS DE ASBESTO PARA LA EMPRESA AGROINSUMOS ACHÉ**, presentado por el estudiante universitario **Kelvin Josué Morales Ortíz**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



*Ing. Danilo González Trejo*  
INGENIERO INDUSTRIAL  
COLEGIADO ACTIVO 6182

Ing. Erwin Danilo González Trejo  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, febrero de 2021.



ESCUELA DE  
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

REF.DIR.EMI.060.021

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS DE ASBESTO PARA LA EMPRESA AGROINSUMOS ACHÉ**, presentado por el estudiante universitario **Kelvin Josué Morales Ortiz**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Firmada digitalmente por Cesar Ernesto Urquizu Rodas  
Motivo: Ingeniero Industrial  
Ubicación: Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería  
Mecánica Industrial, USAC  
Colegiado 4,272

**Ing. César Ernesto Urquizú Rodas**  
**DIRECTOR**  
**Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial**

Guatemala, julio de 2021.  
/mgp

DTG. 280.2021

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS DE ASBESTO PARA LA EMPRESA AGROINSUMOS ACHÉ**, presentado por el estudiante universitario: **Kelvin Josué Morales Ortiz**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



inga. Anabela Cordova Estrada  
Decana



Guatemala, julio 2021

AACE/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Dios**

Por ser el centro de mi vida y haberme dado las bendiciones, oportunidades y herramientas para alcanzar este logro.

### **Mis padres**

Alvaro Morales Morales y Milvia Andrea Ortíz Monterroso de Morales, por todo su esfuerzo, dedicación y cariño que me han brindado a lo largo de toda mi vida; porque son el ejemplo más bello y son mi mayor orgullo, ya que siempre han estado apoyándome incondicionalmente y guiándome siempre por el mejor camino.

### **Mis hermanos**

Alvaro Edwald, Jefferson David y Andrea Herminia Morales Ortíz, porque siempre han estado apoyándome y son las personas con quienes he aprendido a vivir, compartir y amar. Son un pilar fundamental en mi vida.

### **Mis amigos**

Por compartir tantos momentos inolvidables entre alegrías y tristezas que hemos pasado.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser una importante influencia en mi carrera.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por formarme y darme las herramientas necesarias a lo largo de mi carrera.
<b>Mis amigos de la Facultad</b>	Javier Marco Tulio Méndez González, César Miguel García Recinos, Edgar Augusto Morales Reyes, Manuel Esteban Rodríguez Figueroa y Gerson Alejandro Sosa Aldana; que con su apoyo, cariño y conocimientos fueron el soporte de cada etapa de esta carrera.
<b>Mi asesor</b>	Ingeniero Byron René Del Cid Hernández; por su apoyo, su paciencia y por compartir sus conocimientos con mi persona para el desarrollo de este trabajo de graduación.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	XIII
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XV
GLOSARIO.....	XVII
RESUMEN.....	XXI
OBJETIVOS.....	XXIII
INTRODUCCIÓN.....	XXV
1. GENERALIDADES.....	1
1.1. Empresa.....	1
1.2. Información general.....	2
1.2.1. Ubicación.....	2
1.2.2. Misión.....	2
1.2.3. Visión.....	2
1.3. Tipo de organización.....	2
1.3.1. Organigrama.....	3
1.3.2. Descripción de puestos.....	4
1.4. Instrumentos ambientales.....	9
1.4.1. Actividades de mínimo impacto.....	10
1.4.2. Estudios categoría C.....	11
1.4.3. Estudios categoría B2.....	11
1.4.4. Estudios categoría B1.....	11
1.4.5. Estudios categoría A.....	11
1.4.6. Requisitos.....	11
1.5. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.....	12
1.5.1. Descripción.....	13

1.5.2.	Misión .....	13
1.5.3.	Visión .....	13
1.5.4.	Resultados .....	13
1.5.5.	Productos y servicios.....	14
1.5.6.	Base legal.....	15
1.5.7.	Dependencias .....	15
1.5.7.1.	Despacho .....	15
1.5.7.1.1.	Ministro .....	16
1.5.7.1.2.	Viceministros .....	16
1.5.7.1.3.	Viceministros de Ambiente .....	16
1.5.7.1.4.	Viceministro Administrativo financiero .....	16
1.5.7.1.5.	Viceministro de Recursos naturales y cambio climático .....	17
1.5.7.2.	Direcciones.....	17
1.5.7.2.1.	Dirección de Política .....	17
1.5.7.2.2.	Dirección de Cambio climático.....	18
1.5.7.2.3.	Dirección de Cuencas y programas estratégicos .....	18
1.5.7.2.4.	Dirección de Planificación y programación.....	18
1.5.7.2.5.	Dirección de Informática.....	19

1.5.7.2.6.	Dirección de Recursos humanos .....	19
1.5.7.2.7.	Dirección Financiera.....	19
1.5.7.2.8.	Dirección de Gestión ambiental y recursos naturales .....	20
1.5.7.2.9.	Dirección de Coordinación nacional...	20
1.5.7.2.10.	Direcciones de Formación, organización y participación social .....	20
1.5.7.2.11.	Dirección de cumplimiento legal.....	21
1.5.7.2.12.	Dirección de Asesoría jurídica .....	21
1.5.7.2.13.	Dirección de Auditoría interna .....	21
1.5.7.2.14.	Dirección administrativa .....	21
1.5.7.3.	Unidades.....	22
1.5.7.3.1.	Unidad de Relaciones públicas y protocolo.....	22
1.5.7.3.2.	Unidad de Multiculturalidad .....	22
1.5.7.3.3.	Unidad de Información pública .....	23
1.5.7.3.4.	Unidad de Proyectos .....	23

	1.5.7.3.5.	Unidad de Cooperación internacional .....	23
	1.5.7.3.6.	Unidad de género .....	24
	1.5.7.4.	Secretaría general .....	24
1.6.	Asbesto .....		24
	1.6.1.	Definición de asbesto .....	24
	1.6.2.	Propiedades de asbesto .....	25
	1.6.3.	El asbesto como agente cancerígeno.....	27
	1.6.4.	Contaminación por asbesto industrial .....	28
	1.6.5.	Fibras de asbesto afectando el tejido pulmonar.....	30
	1.6.6.	Identificación de un material con amianto .....	31
	1.6.7.	Prohibición de asbesto o amianto .....	33
2.	SITUACIÓN ACTUAL .....		35
	2.1.	Descripción del producto .....	35
	2.2.	Materia prima para procesar asbesto utilizado en criptas .....	36
	2.2.1.	Materia prima y material en etapa de construcción .....	36
	2.2.2.	Control y calidad de los materiales .....	37
	2.2.3.	Materiales defectuosos.....	37
	2.2.4.	Materiales de construcción .....	37
	2.2.5.	Acero de refuerzo .....	38
	2.2.6.	Características del bloc .....	38
	2.2.7.	Cemento.....	39
	2.2.8.	Agregados .....	39
	2.2.9.	Agua.....	40
	2.2.10.	Concreto.....	41
	2.2.11.	Diseños de mezclas .....	42

2.2.12.	Estructura principal .....	42
2.2.12.1.	Excavaciones para cimentación y cuarto subterráneo .....	43
2.2.12.2.	Cimiento corrido .....	43
2.2.12.3.	Muro de cimentación .....	44
2.2.12.4.	Viga de agarre.....	44
2.2.12.5.	Rellenos de zanja.....	45
2.2.12.6.	Zapatas .....	45
2.2.12.7.	Columnas de refuerzo vertical .....	46
2.2.12.8.	Vigas, soleras y similares .....	46
2.2.12.9.	Formaleta.....	46
2.2.12.10.	Renglón de estructura y cubierta.....	48
2.2.12.11.	Piso fundido de concreto .....	48
2.2.12.12.	Limpieza final y restauración .....	48
2.3.	Descripción del equipo .....	49
2.3.1.	Disponibilidad de maquinaria .....	49
2.3.2.	Equipo y maquinaria necesarios .....	49
2.4.	Descripción del proceso.....	50
2.4.1.	Fase de planificación .....	50
2.4.2.	Fase de construcción .....	50
2.4.2.1.	Reconocimiento del terreno.....	51
2.4.2.2.	Limpieza, nivelación y excavación.....	51
2.4.3.	Fase de operaciones.....	52
2.4.4.	Fase de abandono o cierre .....	55
2.5.	Análisis de desempeño.....	55
2.5.1.	Estándares.....	56
2.5.2.	Factores que afectan la disposición final de asbesto .....	56

3.	PROPUESTA PARA REALIZAR EL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL .....	57
3.1.	Descripción del proyecto .....	57
3.2.	Resumen del instrumento ambiental .....	60
3.3.	Síntesis general del proyecto .....	61
3.4.	Ubicación geográfica y área de influencia del proyecto .....	62
3.5.	Ubicación político-administrativa .....	62
3.6.	Justificación técnica y sus alternativas .....	63
3.7.	Área estimada del proyecto .....	64
3.8.	Actividades de cada fase de desarrollo del proyecto y tiempos de ejecución.....	65
3.8.1.	Flujograma de actividades.....	67
3.9.	Servicios básicos .....	70
3.9.1.	Abastecimiento de agua .....	70
3.9.2.	Drenaje de aguas servidas y pluviales.....	71
3.9.3.	Energía eléctrica.....	71
3.9.4.	Vías de acceso .....	72
3.9.5.	Transporte público.....	73
3.9.6.	Mano de obra .....	73
3.9.7.	Campamentos .....	74
3.9.8.	Materia prima que se utilizará.....	74
3.9.9.	Manejo y disposición final de desechos.....	75
3.10.	Marco legal jurídico .....	76
3.11.	Inversión del proyecto .....	77
3.12.	Descripción del ambiente físico .....	81
3.12.1.	Geología.....	81
3.12.1.1.	Aspectos geológicos regionales.....	81
3.12.1.2.	Aspectos geológicos locales .....	82

3.12.1.3.	Análisis estructural y evaluación geológica.....	83
3.12.1.4.	Caracterización geotécnica .....	84
3.12.1.5.	Mapa geológico del área y área de influencia directa .....	85
3.12.2.	Geomorfología .....	85
3.12.3.	Suelo .....	86
3.12.4.	Clima .....	86
3.12.5.	Hidrología .....	87
3.12.5.1.	Aguas superficiales y subterráneas .....	87
3.12.5.2.	Calidad del agua .....	87
3.12.5.3.	Caudales (máximos, mínimos y promedio).....	88
3.12.5.4.	Cotas de inundación.....	88
3.12.5.5.	Corrientes, marea y oleaje .....	89
3.12.6.	Calidad del aire .....	89
3.12.6.1.	Ruido y vibraciones .....	90
3.12.6.2.	Olores .....	90
3.12.6.3.	Fuentes de radiación.....	90
3.12.7.	Amenazas naturales .....	91
3.12.7.1.	Amenaza sísmica.....	91
3.12.7.2.	Amenaza volcánica .....	91
3.12.7.3.	Movimientos en masa .....	92
3.12.7.4.	Erosión.....	93
3.12.7.5.	Inundaciones.....	94
3.12.7.6.	Susceptibilidad .....	94
3.13.	Descripción del ambiente biótico .....	94
3.13.1.	Flora .....	94

	3.13.1.1.	Especies amenazadas o en peligro de extinción .....	95
	3.13.1.2.	Especies indicadoras .....	95
	3.13.2.	Fauna .....	95
	3.13.2.1.	Especies amenazadas o en peligro de extinción .....	96
	3.13.2.2.	Especies indicadoras .....	96
	3.13.3.	Áreas protegidas y ecosistemas frágiles.....	96
3.14.		Descripción del ambiente socioeconómico y cultural.....	97
	3.14.1.	Características de la población.....	97
	3.14.2.	Seguridad vial y circulación vehicular .....	97
	3.14.3.	Servicios de emergencia .....	98
	3.14.4.	Servicios básicos.....	98
	3.14.5.	Percepción local sobre el proyecto .....	99
	3.14.6.	Infraestructura comunal .....	99
	3.14.7.	Desplazamiento o movilización de comunidades..	100
	3.14.8.	Descripción del ambiente cultural .....	100
	3.14.9.	Paisaje .....	100
	3.14.10.	Áreas socialmente sensibles y vulnerables.....	101
3.15.		Métodos de ejecución de impactos ambientales .....	101
	3.15.1.	Identificación y valoración de impactos ambientales .....	101
	3.15.2.	Análisis de impactos .....	104
	3.15.3.	Evaluación de impacto social .....	109
	3.15.4.	Síntesis de la evaluación de impactos ambientales .....	110
4.		IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	111
	4.1.	Plan de Gestión Ambiental (PGA) .....	111

4.1.1.	Prácticas implementadas para prevenir, controlar o disminuir los impactos ambientales en las fases del proyecto.....	112
4.2.	Organización del proyecto y ejecutor de medidas de mitigación .....	113
4.3.	Control, seguimiento y vigilancia ambiental (monitoreo) .....	113
4.3.1.	Monitoreo de calidad del aire y de emisiones gaseosas (A y B).....	115
4.3.2.	Monitoreo de efluentes líquidos (C).....	117
4.3.3.	Monitoreo de desechos sólidos (P) .....	117
4.3.4.	Monitoreo de equipo y maquinaria .....	118
4.3.5.	Monitoreo de calidad del aire y de emisiones gaseosas (A y B).....	120
4.3.6.	Monitoreo de efluentes líquidos .....	121
4.3.7.	Monitoreo de desechos sólidos (D) .....	122
4.3.8.	Monitoreo de equipo y maquinaria .....	122
4.4.	Plan de recuperación ambiental para la fase de abandono o cierre .....	124
4.4.1.	Impactos ambientales en la fase de abandono .....	124
4.4.2.	Síntesis de la evaluación de impactos ambientales .....	124
4.5.	Análisis de riesgo y planes de contingencia.....	125
4.5.1.	Propósito.....	125
4.5.1.1.	Sismos .....	125
4.5.1.2.	Incendio .....	128
4.5.1.3.	Obstrucción de las vías de acceso ocasionando resbalones, golpes o accidentes vehiculares .....	129
4.5.2.	Plan de contingencia.....	129

4.5.2.1.	Salud humana .....	130
4.5.2.2.	Sugerencias de comportamiento y medidas por seguir durante y después de un sismo.....	132
4.5.2.3.	Prevención de resbalones y golpes ...	132
4.5.2.4.	Uso adecuado de herramientas para prevenir accidentes.....	133
4.5.2.5.	Seguridad laboral e higiene ocupacional .....	133
4.5.2.6.	Inspección y mantenimiento de máquinas y equipos.....	135
4.5.2.7.	Electricidad.....	135
4.5.2.8.	Tuberías de conducción de gases y líquidos .....	136
4.5.2.9.	Rotulación adicional.....	136
4.5.3.	Equipo de protección personal .....	137
5.	SEGUIMIENTO O MEJORA .....	141
5.1.	Escenario ambiental modificado.....	141
5.1.1.	Pronóstico de la calidad ambiental del área de influencia .....	142
5.1.2.	Síntesis de compromisos ambientales.....	142
5.1.3.	Memoria descriptiva .....	145
5.1.3.1.	Síntesis de la evaluación de los impactos ambientales .....	147
5.1.3.2.	Seguimiento y vigilancia ambiental ....	147
5.1.3.3.	Inspección y mantenimiento de material y equipo .....	150
5.1.4.	Política ambiental .....	150

5.1.5.	Seguimiento y calendarización de actividades .....	150
CONCLUSIONES .....		153
RECOMENDACIONES.....		155
BIBLIOGRAFÍA.....		157
ANEXO.....		159



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Organigrama .....	3
2.	Sectores con mayor demanda del asbesto.....	26
3.	Fibras de asbesto.....	28
4.	Enfermedades provocadas por el asbesto industrial .....	29
5.	Productos comunes comerciales e industriales con amianto.....	31
6.	Tanque de agua fabricado con amianto .....	32
7.	Techo de duralita, comúnmente utilizado en colonias populares, hoy denominadas zonas rojas.....	32
8.	Actividades durante la fase de construcción.....	68
9.	Actividades durante la fase de operación .....	69
10.	Actividades durante la fase de abandono.....	70
11.	Vías de acceso a San Pedro Ayampuc .....	72
12.	Geología local .....	83
13.	Terreno propuesto para el proyecto .....	84
14.	Fotografía de sur a norte en terreno propuesto .....	85
15.	Vista área del terreno .....	88
16.	Comportamiento de la calidad del aire en la zona de influencia .....	89
17.	Servicios básicos disponibles.....	98
18.	Evaluación de impacto social .....	109
19.	Áreas de refuerzo que permitan maximizar los impactos ambientales positivos.....	112
20.	Consideraciones para el control, seguimiento y vigilancia ambiental desde la administración de ACHÉ.....	114

21.	Recomendaciones antes de un sismo .....	126
22.	Recomendaciones en caso de sismo en la calle.....	127
23.	Clasificación del rombo de seguridad para el asbesto .....	137
24.	Equipo de protección personal .....	139
25.	Garantías relacionadas al medio ambiente.....	141

## TABLAS

I.	Tipos de instrumentos ambientales .....	10
II.	Tiempos mínimos de permanencia de las formaletas .....	47
III.	Cuadro de actividades durante la fase de construcción .....	49
IV.	Distribución proyectada por área cuadrada útil.....	64
V.	Personal necesario para elaborar el proyecto.....	73
VI.	Matriz de las referencias legales influyentes en el proyecto.....	77
VII.	Riesgos asociados al proyecto .....	78
VIII.	Etapas financieras del proyecto, empleando el flujo de caja preliminar.....	80
IX.	Factores ambientales que define el método RIAM.....	102
X.	Componentes del proyecto, según criterios ambientales evaluados ..	103
XI.	Aguas pluviales, aguas residuales domésticas e industriales .....	107
XII.	Planes de monitoreo en construcción .....	115
XIII.	Programa de monitoreo ambiental en construcción .....	119
XIV.	Planes de monitoreo en operación .....	120
XV.	Programa de monitoreo ambiental en operación .....	123
XVI.	Recomendaciones en caso de conato de incendio .....	128
XVII.	Fuentes de obstrucción .....	129
XVIII.	Síntesis de compromisos ambientales en construcción .....	143
XIX.	Programa de monitoreo ambiental.....	148
XX.	Seguimiento y calendarización de actividades .....	151

## LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
KPa	1 000 Newton por metro cuadrado
cm	Centímetro
cm <sup>2</sup>	Centímetro cuadrado
Kg	Kilogramo
Kg/cm <sup>2</sup>	Kilogramo por centímetro cuadrado
±	Más menos
m <sup>2</sup>	Metro cuadrado
mm	Milímetro
ft/s	Pies sobre segundo
%	Por ciento
psi	<i>Pound per square inch</i> (libra por pulgada cuadrada)
in (pulg)	Pulgadas
Pa	Unidad de presión o esfuerzo del Si, llamado Pascal (N/m <sup>2</sup> )



## GLOSARIO

<b>Acero</b>	Aleación de hierro que contiene entre 0,04 % y 2,25 % de carbono y a la que se le añaden elementos en cantidades pequeñas como níquel, cromo, manganeso, silicio o vanado, entre otros.
<b>Álcalis</b>	Óxido o hidróxido metálico soluble en agua que tiene reacción básica.
<b>ASME</b>	<i>American Society of Mechanical Engineers</i> (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos).
<b>Capacidad</b>	Cantidad de aire libre realmente aspirado por un compreso. Generalmente se expresa en m <sup>3</sup> /min.
<b>Calidad</b>	La calidad no es un fenómeno abstracto, sino que está definida concretamente mediante las características o especificaciones técnicas del producto o servicio; la calidad es "la adecuación para el uso satisfaciendo las necesidades del cliente".
<b>Corrosión</b>	Alteración que causa el medio ambiente en un objeto manufacturado.

<b>Consumo no registrado</b>	Consumo de energía no medido, por alteración de condiciones de suministro. Es decir, es un consumo no cobrado.
<b>Calentamiento global</b>	Se refiere al aumento gradual de las temperaturas de la atmósfera y océanos de la Tierra que se ha detectado en la actualidad, además de su continuo aumento que se prevé en el futuro.
<b>Demanda</b>	Hace referencia a la cantidad de bienes, productos o servicios que se solicitan o se desean en un determinado mercado de una economía a un precio específico.
<b>Efluente líquido</b>	Fluido procedente de una instalación industrial.
<b>Estudio de prefactibilidad</b>	Consiste en la investigación a los factores y fuentes primarias y secundarias de investigación de mercado detallando la tecnología que se utilizará en el proyecto, así como de los aspectos político-legales que lo afectan.
<b>Gas</b>	Estado de agregación de la materia en el cual, bajo ciertas condiciones de temperatura y presión, sus moléculas interactúan solo debidamente entre sí, sin formar enlaces moleculares.

<b>Mesotelioma</b>	Tejido que cubre los pulmones y otros órganos; puede ser benigno (no canceroso) o maligno (canceroso).
<b>Material compuesto</b>	Son aquellos materiales que se forman por la unión de dos materiales para conseguir la combinación de propiedades que no es posible obtener en los materiales originales.
<b>Oferta</b>	Se refiere a la cantidad de bienes, productos o servicios que se ofrecen en un mercado bajo unas determinadas condiciones.
<b>Polietileno de baja densidad</b>	Es un polímero de la familia de los olefínicos, como el polipropileno y los polietilenos. Es un polímero termoplástico conformado por unidades repetitivas de etileno. Se designa como LDPE (por sus siglas en inglés, <i>Low Density Polyethylene</i> ) o PEBD, Polietileno de Baja Densidad.
<b>Sostenibilidad</b>	Proceso de gestión posterior a la implementación de proyectos de recuperación a fin de garantizar que el área recuperada permanezca en gestión normal y que no vuelva a caer en situación de conflicto.
<b>Crocidolita</b>	Mineral compuesto por silicato de hierro, magnesio y calcio, que contiene sodio y manganeso.

**Peritoneo**

Tejido que recubre la pared abdominal y cubre la mayor parte de los órganos en el abdomen.

## RESUMEN

Guatemala es un país potencialmente rico con diversidad natural y cultural, beneficiado por una posición geográfica estratégica desde el punto de vista ambiental y comercial, la cual brinda todos los elementos necesarios para propiciar un desarrollo integral en el país.

Se evidencia el incremento de desechos orgánicos e inorgánicos en nuestro país caracterizado por el mal manejo y la irresponsabilidad de desecharlos de forma no profesional. Operativamente, en Guatemala la industria informal aporta una carga de cinco toneladas de basura orgánica en basureros clandestinos; los desechos inorgánicos son lo más preocupante: la falta del manejo responsable y adecuado propicia focos de contaminación.

Agroinsumos ACHÉ es constituida con la misión y visión de satisfacer las necesidades de miles de personas que a diario necesitan el respaldo de una empresa sólida y responsable que realice el manejo de sus desechos orgánicos e inorgánicos, dentro del perímetro de la ciudad capital y en algunos departamentos no muy lejanos.

En el proceso del desarrollo del presente trabajo de graduación, se presenta la forma actual de cómo opera la empresa ACHÉ, además de plantear un modelo eficiente para la recolección de desechos del asbesto; cuál es el estudio de impacto ambiental efectivo, cómo podría implementarse y cuál sería el seguimiento necesario para garantizar la eficiente tarea con responsabilidad social y el manejo adecuado de estos desechos y sus derivados.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Desarrollar un instrumento de estudio de impacto ambiental, que permita a la empresa Agroinsumos ACHÉ la disposición final de desechos de asbesto, cumpliendo con la normativa vigente en materia ambiental.

### **Específicos**

1. Elaborar un instrumento ambiental de acuerdo con los términos de referencia establecidos por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
2. Elaborar un plan de gestión ambiental que cumpla con todas las especificaciones de ley.
3. Establecer impactos ambientales que pueda ocasionar las actividades relacionadas con la disposición final de desechos de asbesto.
4. Fortalecer los conocimientos con información técnica e higiénico-sanitaria relacionada con la actividad para la disposición final de desechos de asbesto.
5. Establecer un programa de seguridad industrial para la empresa Agroinsumos ACHÉ.

6. Brindar mecanismos para el desmontaje, transporte y disposición final de asbesto, que cumplan con las leyes aplicables de nuestro país.
7. Establecer el área específica que sirva para la disposición final de los desechos de asbesto.

## INTRODUCCIÓN

La empresa Agroinsumos ACHÉ se encuentra autorizada por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), que obra en expedientes números EIA 18-2010, resolución número 219/20107/OAZR/aafI, y EAI-13357-13, resolución número 080-2013/DGCN/DDE/leme, para el manejo de desechos orgánicos e inorgánicos en los puertos del país. Asimismo, con consultores profesionales para el desarrollo de Instrumentos Ambientales, con sus respectivas licencias por parte del ministerio.

En consecuencia, el presente trabajo, está enfocado en la elaboración de un instrumento ambiental (Estudio de Impacto Ambiental), para la empresa Agroinsumos ACHÉ, que le permita la disposición final de desechos de asbesto, cumpliendo con las normas ambientales vigentes.

Desde este contexto, se desarrollan los lineamientos necesarios para el manejo del asbesto por parte de la empresa, donde se enmarcan las fases de construcción, operación y abandono, para el desmontaje, transporte y encapsulamiento de materiales sólidos que contengan asbesto, considerando todos los impactos negativos y positivos, en cada una de las etapas que se plantean.

Del estudio realizado, se determinará la compatibilidad y viabilidad ambiental para la disposición final de los desechos de asbesto, considerando los impactos negativos que la actividad puede ocasionar, así como los mecanismos para mitigarlos. De esta manera, lograr que la empresa cumpla

con la normativa vigente y establezca un área adecuada para el manejo de este tipo de material.

# 1. GENERALIDADES

## 1.1. Empresa

La empresa Agroinsumos ACHÉ se encuentra autorizada por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), que obra en expedientes números EIA 18-2010, resolución número 219/20107/OAZR/aafI, y EAI-13357-13, resolución 080-2013/DGCN/DDE/leme. Asimismo, cuenta con las siguientes licencias ambientales:

- No. 05893-2017/DIGARN denominada “Manejo y disposición final de desechos en el Departamento de Izabal”, resolución no. 163-2017/DCN/DDIZA/CRRV/RJCH, expediente no. EAI-5259-2016.
- No. 00406-2017/DIGARN denominada “Área administrativa para disposición final de desechos sólidos, tóxicos y/o peligrosos en criptas dentro de AMSA”, resolución no. 194-2016/DCN/DDE/HLGBL/EGCH, expediente no. EAI-7009-2016.
- No. 08142-2018/DIGARN denominada “Disposición final de desechos”, resolución no. 199-2018/DCN/DDE/HLGB/HLGB, expediente no. EAI-2447-2018.

Por otro lado, cuenta con patente de comercio de Empresas Mercantiles con número de registro 348455, folio 315 y libro 310 de Empresas Mercantiles, inscrita el 30 de MARZO de 2004, Categoría Única y número de expediente 14100-2004 y RTU 622371-0.

## **1.2. Información general**

La empresa ha destacado en la industria guatemalteca en proveer servicios de alta calidad comprometidos con el cuidado al medio ambiente.

### **1.2.1. Ubicación**

Las oficinas se encuentran ubicadas en la 17 avenida 28-26 zona 6, municipio de Guatemala, departamento de Guatemala.

### **1.2.2. Misión**

Brindar calidad para servicios de manejo de desechos, elaboración de instrumentos ambientales, estudios técnicos de aguas residuales, consultorías ambientales y forestales, asesoría y entrenamiento en gestión de medio ambiente y capacitación técnica para la industria, cumpliendo con la normativa vigente.

### **1.2.3. Visión**

Ser la empresa líder a nivel nacional en servicios de manejo de desechos, consultoría, asesoría y entrenamiento de todo tipo de desechos, dando soluciones tecnológicas e integrales apropiadas a nuestros clientes.

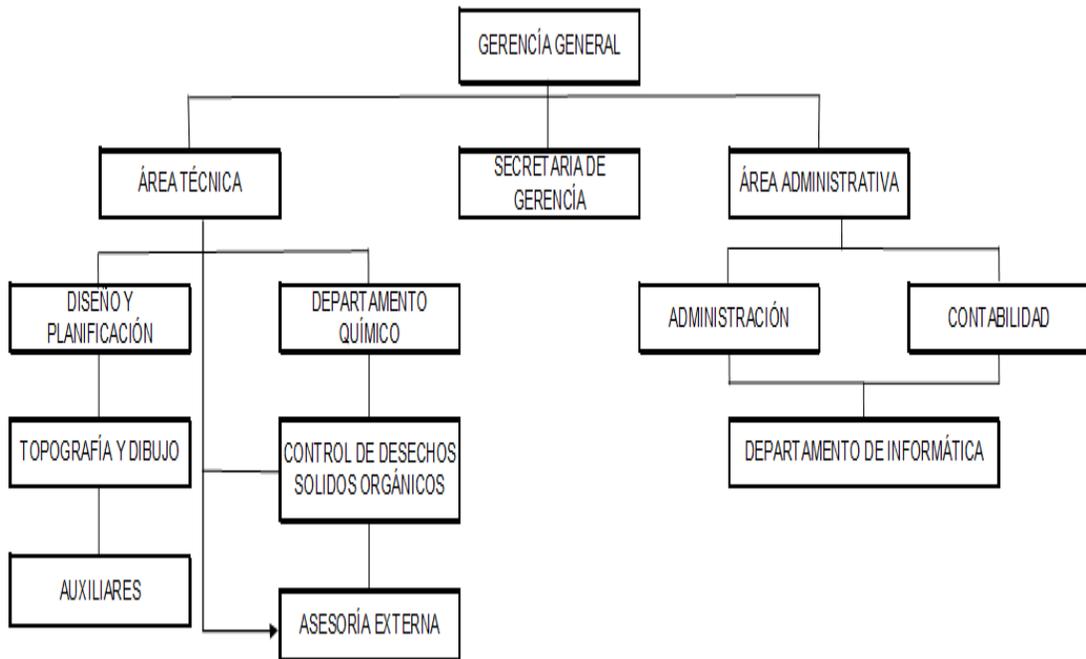
## **1.3. Tipo de organización**

La empresa es dirigida por Junta Directiva, se trasladan las tareas y actividades en orden de tipo cascada desde los altos mandos, concentrando la atención en los mandos medios y culminando hasta los colaboradores.

### 1.3.1. Organigrama

Agroinsumos ACHÉ utiliza la estructura organizacional conocida como tipo lineal, con representación y traslado jerárquico descendente. En la parte superior se encuentran posicionadas las altas autoridades hasta llegar a la parte inferior en donde está el personal operativo para recolección de desechos.

Figura 1. Organigrama



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Visio 2019 Agroinsumos ACHÉ.

### 1.3.2. Descripción de puestos

- Gerencia General: Estratégicamente diseñada para formular las directrices generales, gestionar el personal y establecer políticas internas. Está comprometida con las siguientes responsabilidades:
  - Supervisar la operatividad diaria.
  - Diseñar la estrategia y fijar objetivos para el crecimiento.
  - Mantener presupuestos y optimizar gastos.
  - Establecer políticas y procesos.
  - Asegurarse de que los empleados trabajen de forma productiva y se desarrollen profesionalmente.
  - Supervisar la contratación y formación de nuevos empleados.
  - Evaluar y mejorar las operaciones y el desempeño financiero.
  
- Área técnica: Se responsabiliza por la ejecución eficiente de programas amigables al medio ambiente.
  - Diseñar modelos eficientes con el manejo de desechos amigables al medio ambiente.
  - Diseñar modelos eficientes que permitan optimizar los recursos de la empresa.
  - Diseñar modelos predictivos de focos de contaminación en la empresa.
  - Diseñar modelos predictivos para el eficiente ordenamiento acerca de las disposiciones finales de los desechos trasladados por la empresa.

- Diseño y planificación: Diseña y coordina el programa efectivo de recolección de desechos por área geográfica, tipo de desechos y horarios especiales.
  - Diseña y propone las rutas geográficas eficientes para la recolección de los desechos contaminantes de asbesto y derivados.
  - Diseña y planifica los días hábiles de trabajo para las cuadrillas de recolección de desechos por lo cual fue contratados los servicios de la empresa.
  - Diseña y planifica los horarios efectivos para trasladar el equipo y maquinaria necesaria para la remoción de tierras si fuese necesario.
  - Diseña y planifica los horarios efectivos acorde a las regulaciones emitidas por el departamento de tránsito, por si es necesario trasladar cargas extrapesadas o sobredimensionadas.
  
- Departamento químico: Realiza estudios químicos para obtener resultados comparativos que luego serán entregados a las empresas que contratan sus servicios.
  - Realizar análisis y pruebas de laboratorio sobre las muestras recolectadas.
  - Preparar y redactar informes sobre los exámenes de laboratorio realizados.
  - Preparar y redactar recomendaciones viables, según los resultados obtenidos en los exámenes realizados.
  
- Topografía y dibujo: Unidad responsable del diseño y gestión eficiente del proyecto, además de recabar la información de campo necesaria en la

zona de trabajo; se incluyen los límites geográficos, área de trabajo y zona influyente.

- Responsables de hacer el trabajo de campo, para tomar las dimensiones y medidas necesarias en el proyecto de interés.
  - Realizar los estudios necesarios de planimetría.
  - Diseñar y presentar los juegos de planos necesarios para el proyecto de interés.
  - Diseñar y presentar los resultados eficientes acerca de cálculos necesarios para el proyecto de interés.
- Control de desechos sólidos orgánicos: Unidad responsable de dividir y separar los desechos recolectados.
    - Realizar el trabajo efectivo de recolección, clasificación y división de los desechos según su disposición final.
    - Diseñar la estrategia eficiente para la recolección ágil y efectiva de los desechos presentes en el proyecto de interés.
    - Diseñar la estrategia efectiva para el manejo responsable de los desechos orgánicos e inorgánicos.
    - Diseñar la estrategia eficiente para garantizar que el medio ambiente no se vea comprometido con la participación de Agroinsumos ACHÉ.
  - Auxiliares: Unidad conformada por personal de apoyo para la recolección de desechos.
    - Personal responsable de realizar el trabajo de campo en los proyectos de interés.

- Personal responsable de realizar las tareas asignadas en los proyectos de participación e interés de Agroinsumos ACHÉ.
- Asesoría externa: Empresas externas contratadas para los análisis que dentro del laboratorio químico de ACHÉ no se pueden hacer por falta de equipo técnico y especializado.
  - Responsables de realizar auditorías externas, presentar informes con intereses y objetivos detallados en los proyectos de interés.
  - Responsables de presentar planes de capacitación que fomenten el crecimiento empresarial de Agroinsumos ACHÉ.
  - Responsables de plantear modelos económicos eficientes, que mejoren los recursos involucrados en el desarrollo de los proyectos de interés de Agroinsumos ACHÉ.
- Secretaría de Gerencia: Persona responsable de llevar el control de los requerimientos del personal administrativo, especialmente, sobre los inventarios, asignación de personal, control de recurso humano, papelería y útiles, programación de compras y ejecución de pagos de planillas.
  - Persona responsable de las tareas administrativas asignadas según el rol y actividades asignadas.
  - Persona responsable del manejo eficiente de los recursos asignados a Gerencia.
  - Persona responsable del manejo eficiente de la agenda de tareas pendientes a la máxima autoridad de Gerencia.
  - Persona encargada de diseñar y planificar las múltiples tareas que permitan el desarrollo de actividades efectivas de la máxima autoridad a cargo de Gerencia.

- Persona responsable del control administrativo de personal a cargo en su línea inferior de jerarquía.
- Área administrativa: Unidad responsable de todas las operaciones donde se representa la empresa ACHÉ, además de garantizar por que las instalaciones, equipos, mobiliario y vehículos de trabajo se encuentren en óptimas condiciones, con la debida programación de mantenimientos preventivos.
  - Brindar información al público.
  - Responsable de la planilla de los trabajadores.
  - Responsable del manejo eficiente de los recursos asignados en la empresa y del mobiliario y equipo.
  - Responsable de realizar los inventarios por cada cierto tiempo de validez.
  - Responsable y administrador del control de gastos incurridos en la empresa ACHÉ.
- Administración: Unidad responsable de velar por la ejecución respectiva de los contratos adquiridos con las empresas que reclutan y necesitan de los servicios ofertados, además de justificar los ingresos y egresos asignados, el recurso humano y económico que puede ser necesario.
  - Control y diseño estratégico sobre todo el personal a su cargo, además de mantener la comunicación efectiva con sus subordinados.

#### 1.4. Instrumentos ambientales

“Para efecto del cumplimiento de los Artículos 4,11 y 12 del Decreto 68-86, Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, en función de su naturaleza, se establecen los siguientes instrumentos ambientales:”<sup>1</sup>

- Instrumentos ambientales complementarios: Son los documentos técnicos en los cuales se encuentra contenida la información necesaria para realizar una identificación y evaluación ordenada de los impactos o riesgos ambientales de un proyecto, obra, industria o actividad.
- Instrumentos ambientales correctivos: Son los documentos técnicos en los cuales se encuentra contenida la información necesaria para realizar una identificación y evaluación ordenada de los impactos o riesgos ambientales de un proyecto, obra, industria o actividad, con carácter correctivo, desde la fase de operación, cierre o abandono, y que permiten formular las respectivas medidas de control ambiental y las bases para su control, verificación y seguimiento ambiental.
- Instrumentos ambientales predictivos: Son los documentos técnicos en los cuales se encuentra contenida la información necesaria para realizar una identificación y evaluación ordenada de los impactos o riesgos ambientales de un proyecto, obra, industria o actividad, desde la fase de planificación, con carácter preventivo, hasta las fases de ejecución, operación, cierre o abandono, y que permiten formular las respectivas medidas de control ambiental y las bases para su control, verificación y seguimiento ambiental.

---

<sup>1</sup> Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales. *Guía de instrumentos Ambientales. Gobierno de Guatemala, 2015.*  
[https://www.marn.gob.gt/paginas/Direccin\\_General\\_de\\_Gestin\\_Ambiental\\_1](https://www.marn.gob.gt/paginas/Direccin_General_de_Gestin_Ambiental_1)

Tabla I. **Tipos de instrumentos ambientales**

<b>Tipos de instrumentos</b>	<b>Descripción</b>
Predictivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación ambiental estratégica (EAE).</li> <li>• Estudio de evaluación de impacto ambiental (EIA).</li> <li>• Evaluación ambiental inicial (EAI).</li> <li>• Formulario de actividades de mínimo impacto inicial (FAMI).</li> <li>• Formulario de actividades para registro (FAR).</li> </ul>
Correctivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnóstico ambiental (DA).</li> <li>• Diagnóstico ambiental de bajo impacto (DABI).</li> <li>• Formulario de diagnóstico de actividades de mínimo impacto (FDAMI).</li> </ul>
Complementarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de gestión ambiental (PGA).</li> <li>• Evaluación de riesgo ambiental (ERA).</li> <li>• Evaluación de efectos acumulativos (EEA).</li> </ul>

Fuente: Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales. *Guía de instrumentos Ambientales*. Gobierno de Guatemala. [https://www.marn.gob.gt/paginas/Direccin\\_General\\_de\\_Gestin\\_Ambiental\\_1](https://www.marn.gob.gt/paginas/Direccin_General_de_Gestin_Ambiental_1) Consulta: marzo 2019.

#### **1.4.1. Actividades de mínimo impacto**

Instrumentos que se utilizan para actividades de muy bajo impacto ambiental y proyectos pequeños de gobierno, como tiendas, remodelación de escuelas, agua potable, tinacos, tortillerías, actividades artesanales, entre otros.

#### **1.4.2. Estudios categoría C**

Se utilizan para actividades de bajo impacto ambiental, como depósitos, iglesias pequeñas, tiendas de artículos de línea blanca y otros.

#### **1.4.3. Estudios categoría B2**

Se utilizan para actividades de bajo a moderado impacto ambiental, como restaurantes, iglesias, bares, cantinas, panaderías, talleres, hoteles, moteles, hospitales, sanatorios y, en general, todo proyecto que sea menor a 5 000 m<sup>2</sup>.

#### **1.4.4. Estudios categoría B1**

Se utilizan para actividades de moderado a alto impacto ambiental, como lotificaciones, urbanizaciones, plantas de tratamiento, polideportivos privados, hospitales y sanatorios grandes. En resumen, actividades que tengan áreas mayores a 5 000 m<sup>2</sup> y que no ocasionen demasiado impacto ambiental.

#### **1.4.5. Estudios categoría A**

Estudios de alto impacto ambiental que comprenden proyectos como; mineras, aeropuertos, canteras, entre otros.

#### **1.4.6. Requisitos**

Varían de acuerdo con su categoría; sin embargo, existen requisitos que son aplicables a varias de ellas.

- Copia de acta de formación de la sociedad y del nombramiento del representante legal (si es sociedad anónima).
- Copia de DPI del representante legal.
- Copia de RTU de la entidad.
- Copia de certificado de propiedad o contrato de arrendamiento.
- Copias de licencias o permisos con que se cuentan.
- Copia de patentes.
- Copia inscripción en el IGSS.
- Copia de listado de equipo de protección que los empleados que utilizan.
- Memoria descriptiva o fichas técnicas de la maquinaria, equipo y construcciones.
- Copia de recibos de agua, luz y basura.
- Copia de cursos recibidos por los empleados.
- Copia de mantenimiento de extinguidores.
- Copia de manejo de desechos reciclables.
- Copia de mantenimiento de las instalaciones en general.
- Juego de planos del proyecto.
- Completar el formulario con los contenidos correspondientes al tipo de presentación del proyecto o actividad.
- Elaboración de un plan de gestión ambiental.
- Ingreso del expediente en Oficinas centrales y delegaciones departamentales del MARN, luego de concluir la elaboración de este.

#### **1.5. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales**

Oficina administrativa gubernamental que regula las licencias ambientales para todo tipo de empresa en Guatemala, que pueda emitir desechos sólidos y líquidos que puedan comprometer el equilibrio del medio ambiente.

### **1.5.1. Descripción**

Fue creado con la finalidad de contar con un ente gubernamental para que sea el rector del medio ambiente a nivel nacional, auditando, supervisando y validando cuáles serán las empresas aptas para trabajar acorde a la Ley de Protección del medio ambiente.

### **1.5.2. Misión**

Somos la institución que regula la gestión ambiental y promueve el desarrollo sostenible en Guatemala, de forma participativa.<sup>2</sup>

### **1.5.3. Visión**

Ser la institución que ejerza la rectoría ambiental y de los recursos naturales, buscando el equilibrio del patrimonio natural con pertinencia cultural y de género.<sup>3</sup>

### **1.5.4. Resultados**

Se elaboró la propuesta de *Ley del Sistema Integral para la Gestión de los Residuos y Desechos Sólidos*, como un proyecto de la Mesa Coordinadora para la Gestión y Manejo Integral de los Residuos y Desechos Sólidos, para la regulación del tema a nivel nacional. Durante el 2018, se recolectaron 3 584,13 toneladas de residuos y desechos sólidos a través de acciones para impulsar y coordinar jornadas de limpieza y recolección de residuos sólidos a nivel

---

<sup>2</sup> Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Guía de instrumentos ambientales*. [https://www.marn.gob.gt/paginas/Direccin\\_General\\_de\\_Gestin\\_Ambiental\\_1](https://www.marn.gob.gt/paginas/Direccin_General_de_Gestin_Ambiental_1)

<sup>3</sup> Ibíd

municipal, con la finalidad de contribuir con el saneamiento hídrico en las poblaciones.<sup>4</sup>

Se elaboraron 74 documentos de informes para la asesoría y asistencia técnica relacionada con la gestión de los residuos y los desechos sólidos (ámbito técnico, ambiental, legal, económico, financiero, administrativo y social) principalmente dirigidos a municipalidades o mancomunidades, con la finalidad de contribuir con el saneamiento hídrico en las poblaciones.

Se elaboró el documento de *Diagnóstico de la Gestión municipal de los Residuos y Desechos Sólidos* enunciado como *Análisis de los resultados del ranking de la gestión municipal 2016, del índice III Gestión de servicios públicos relacionado con la gestión integral de residuos y desechos sólidos*, con la finalidad de contribuir con el saneamiento hídrico en las poblaciones. Se capacitó, formó y sensibilizó a 1 356 personas sobre la gestión de los residuos y los desechos sólidos en diversos sectores.

#### **1.5.5. Productos y servicios**

- Licencias ambientales.
- Evaluación de los instrumentos ambientales.
- Control del cumplimiento de la normativa ambiental.
- Educación ambiental.
- Control y seguimiento de las medidas de mitigación dentro de las diferentes actividades económicas.
- Asesoría en producción más limpia.

---

<sup>4</sup> Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Memoria de labores 2018-2019*, 2019. [https://www.marn.gob.gt/paginas/Direccin\\_General\\_de\\_Gestin\\_Ambiental\\_1](https://www.marn.gob.gt/paginas/Direccin_General_de_Gestin_Ambiental_1) .

### **1.5.6. Base legal**

- Artículos 64 y 97 de la Constitución Política de la República de Guatemala.
- Decreto No. 68-86 *Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente*.
- Decreto No. 90-2000, modificación a la *Ley del Organismo Ejecutivo*, en la cual se crea el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
- Decreto No.91- 2001, reformas al Decreto No. 90- 2000 y Decreto No. 114-97, *Ley del Organismo Ejecutivo*.
- Decreto 57-2008 *Ley de Acceso a la Información Pública*.
- Acuerdo gubernativo no. 50-2015 *Reglamento Orgánico Interno del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales; y otras disposiciones legales de carácter interno y externo de cumplimiento obligatorio por el MARN*.<sup>5</sup>
- Decreto 7-2013 del congreso de la República de Guatemala.

### **1.5.7. Dependencias**

Para tener una adecuada segmentación se establecieron las siguientes dependencias.

#### **1.5.7.1. Despacho**

La organización jerárquica de este ministerio se establece de la siguiente manera.

---

<sup>5</sup> Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales, 2015. Guía de instrumentos ambientales. [https://www.marn.gob.gt/paginas/Direccin\\_General\\_de\\_Gestin\\_Ambiental\\_1](https://www.marn.gob.gt/paginas/Direccin_General_de_Gestin_Ambiental_1)

#### **1.5.7.1.1. Ministro**

Es la máxima autoridad del Ministerio, le corresponde su dirección y conducción política, técnica y administrativa, en cumplimiento de las disposiciones de la Constitución Política de la República de Guatemala, Ley del Organismo Ejecutivo, Ley de Protección y Mejoramiento del Medio ambiente y sus reformas, asimismo, de su reglamento y sus reformas, por otro lado, de las políticas de Estado en materia ambiental y otras aplicables.

#### **1.5.7.1.2. Viceministros**

Se encargan de las funciones que el ministro le encomiende dentro de las áreas específicas asignadas a cada uno de sus despachos, en materia de ambiente y recursos naturales, respectivamente.

#### **1.5.7.1.3. Viceministros de Ambiente**

Se encargan de impulsar la implementación de políticas ambientales, desarrollar el sistema de evaluación ambiental, dirigir aspectos técnicos, administrativos y normativos vinculados a la gestión ambiental; y coordinar la descentralización y desconcentración de las funciones del ministerio en el interior del país.

#### **1.5.7.1.4. Viceministro Administrativo financiero**

Vela por que todas las actividades administrativas, financieras y de recursos humanos del ministerio se desarrollen con base en las normas técnicas y legales correspondientes, de manera eficiente, efectiva y

transparente, por medio de la planificación los recursos necesarios para su funcionamiento.

#### **1.5.7.1.5. Viceministro de Recursos naturales y cambio climático**

Vela por que se formulen e implementen las políticas ambientales en el ámbito de los recursos naturales y cambio climático; esto, en conjunto con las instituciones que tengan competencia legal. Asimismo, diseña e implementa planes, programas, proyectos y estrategias en atención a la Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad y Mitigación de Gases de Efecto Invernadero.

#### **1.5.7.2. Direcciones**

Dentro del Ministerio de ambiente se instalan diferentes Direcciones que permitan distribuir las acciones reguladas por la dependencia, dentro de ellas es el monitoreo, control y supervisión.

##### **1.5.7.2.1. Dirección de Política**

Asesora a las autoridades en asuntos estratégicos que tienen relevancia para las políticas nacionales en materia de ambiente, recursos naturales y cambio climático. Asimismo, diseña, junto con otras dependencias del ministerio, planes, programas, proyectos y estrategias en atención a las políticas aprobadas y vela por su implementación operativa anual.

#### **1.5.7.2.2. Dirección de Cambio climático**

Diseña e implementa planes, programas, proyectos y estrategias en atención a la *Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los efectos del Cambio Climático; Mitigación y Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero* a nivel local y regional.

#### **1.5.7.2.3. Dirección de Cuencas y programas estratégicos**

Impulsa la gestión integrada del recurso hídrico en coordinación con los sectores público y privado, además de emitir dictámenes y opiniones relacionadas con el manejo integrado de cuencas y los programas estratégicos del ministerio.

#### **1.5.7.2.4. Dirección de Planificación y programación**

Coordina la programación y elaboración del plan estratégico, el plan operativo y el plan operativo multianual; y la gestión de la calidad y el desarrollo organizacional del ministerio. Asimismo, se encarga de elaborar planes, programas y proyectos en atención a las políticas públicas vigentes en materia de ambiente, recursos naturales y cambio climático; vela por su compatibilidad y vigila su implementación programática anual.

#### **1.5.7.2.5. Dirección de Informática**

Encargada de crear, implementar, administrar y mantener los sistemas y equipos informáticos, así como de la introducción de tecnología a los procesos del ministerio y de la actualización de los sistemas de información estadísticos necesarios para su divulgación y disponibilidad para el sector público o privado, y demás usuarios nacionales e internacionales.

#### **1.5.7.2.6. Dirección de Recursos humanos**

Administra el recurso humano por medio de los procesos de reclutamiento, selección, nombramiento, inducción y remoción del personal. Vela por el correcto cumplimiento de la *Ley de Servicio Civil y su Reglamento*, por otro lado, gestiona ante la Oficina Nacional de Servicio Civil las acciones administrativas necesarias que corresponden a esta instancia.

#### **1.5.7.2.7. Dirección Financiera**

Ejecuta y evalúa el presupuesto del ministerio en función de sus políticas, planes, programas y proyectos, en concordancia con los instrumentos legales que regulan la materia; además, administra, supervisa y vela por la correcta ejecución financiera de los fideicomisos y otros mecanismos financieros descentralizados.

**1.5.7.2.8. Dirección de Gestión ambiental y recursos naturales**

Encargada de definir las acciones preventivas que el ministerio debe promover para conservar la calidad del ambiente y de los recursos naturales, considerando los medios científicos y tecnológicos a su alcance. Asimismo, es responsable de evaluar, tramitar y resolver todos los instrumentos ambientales.

**1.5.7.2.9. Dirección de Coordinación nacional**

Coordina la descentralización y desconcentración de las funciones del ministerio en el interior del país, mediante el establecimiento de delegaciones. Por otro lado, define estrategias para que sectores y organizaciones de la sociedad puedan involucrarse y sumarse a una gestión que permita mejorar las condiciones ambientales, el uso racional de los recursos naturales y los procesos vinculados con el cambio climático.

**1.5.7.2.10. Direcciones de Formación, organización y participación social**

Promueve, asesora y coordina eventos de reflexión, investigación, análisis, discusión y propuestas sobre el ambiente, los recursos naturales y cambio climático, para generar consensos en el marco de la gestión ambiental nacional. Es también un ente que diseña e implementa diplomados, cursos, seminarios, foros y talleres virtuales y presenciales.

#### **1.5.7.2.11. Dirección de cumplimiento legal**

Verifica el cumplimiento de las normas jurídicas de la legislación ambiental y gestiona el procedimiento de verificación de infracciones cuando las leyes específicas le asignen esta atribución al ministerio. Asimismo, presenta las denuncias pertinentes en materia ambiental y depredación de recursos naturales, ya sea requerido o de oficio, ante el Ministerio Público y colabora en las investigaciones.

#### **1.5.7.2.12. Dirección de Asesoría jurídica**

Encargada de atender consultas que se formulen sobre puntos de Derecho, emitiendo en forma escrita u oral opiniones o dictámenes jurídicos en los casos señalados por la ley y en cualquier momento; o bien, en caso de que el Despacho Ministerial o demás funcionarios lo requieran.

#### **1.5.7.2.13. Dirección de Auditoría interna**

Encargada de las auditorías contables y financieras, periódicas y permanentes, que se realizan a las unidades encargadas de ejecutar el presupuesto, así como las que sean requeridas por el Despacho, tales como financieras, de cumplimiento, operacionales, de eficiencia, de desempeño o de sistemas; y presentar los informes correspondientes.

#### **1.5.7.2.14. Dirección administrativa**

Encargada de establecer y documentar los procedimientos de gestión de recursos administrativos, logísticos, de adquisiciones de bienes y

contrataciones de servicios que, mediante el uso de sistemas informáticos, atiendan las necesidades sustantivas del Ministerio y realice todos los procesos y transacciones administrativas de una forma eficiente, segura y ágil.

### **1.5.7.3. Unidades**

Áreas específicas de la Institución que permite fortalecer el trabajo en equipo de las diferentes unidades de monitoreo he inspección, las unidades permiten trabajar eficazmente con el control y la prevención.

#### **1.5.7.3.1. Unidad de Relaciones públicas y protocolo**

Responsable de coordinar, ejecutar y evaluar los programas de comunicación del Ministerio, en coordinación con otras instancias de gobierno que ejercen las mismas funciones. Además, da seguimiento y sistematiza permanentemente la información obtenida a través de los medios de comunicación social. Por otro lado, propone y ejecuta acciones que incidan en el fortalecimiento de la imagen de la Institución y apoya al Despacho Ministerial en la aplicación de normas protocolarias y ceremoniales en los eventos oficiales del Ministerio y en la logística de los eventos desarrollados por todas sus dependencias.

#### **1.5.7.3.2. Unidad de Multiculturalidad**

Promueve propuestas y estudios para desarrollar líneas base y estadísticas referentes a multiculturalidad asociadas al manejo del ambiente, los recursos naturales y el cambio climático.

#### **1.5.7.3.3. Unidad de Información pública**

Responsable del manejo, administración y entrega de toda la información que el ministerio, como sujeto obligado, debe entregar a las personas interesadas en la forma y bajo las condiciones estipuladas en la *Ley de Acceso a la Información Pública*.

#### **1.5.7.3.4. Unidad de Proyectos**

Coordina la ejecución e implementación de programas o proyectos financiados con fondos de cooperación externa; por otro lado, diseña y aplica sistemas, metodologías y herramientas para la supervisión, monitoreo y evaluación del cumplimiento de los indicadores y metas establecidas para cada programa o proyecto, en concordancia con las políticas de los organismos cooperantes, lo que permitirá emitir opinión al Despacho Ministerial sobre la viabilidad técnica de nuevos programas o proyectos, coordinando para ello con la Unidad de Cooperación Internacional.

#### **1.5.7.3.5. Unidad de Cooperación internacional**

Coordina gestiones con organismos en materia de cooperación internacional, para atender las temáticas de ambiente, recursos naturales y cambio climático. Además, asesora al Despacho Ministerial en la búsqueda de cooperación, privilegiando la obtención de recursos no reembolsables.

#### **1.5.7.3.6. Unidad de género**

Encargada del enlace coordinador y técnico con el Gabinete Específico de la Mujer, diseñando acciones y mecanismos para institucionalizar la Política de Género de acuerdo con las directrices emanadas por la Secretaría Presidencial de la Mujer.

#### **1.5.7.4. Secretaría general**

Apoya como Secretaría Técnica al Despacho Ministerial en los espacios donde el ministerio ejerce la Presidencia o Secretaría, tales como: Consejo Nacional de Cambio Climático, Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Autoridad para el Manejo Sustentable del Lago de Amatitlán, Autoridad para el Manejo Sustentable del Lago de Izabal y Río Dulce, Autoridad para el Manejo Sustentable del Lago Petén Itzá, entre otras.

Por otro lado, es la encargada de certificar firmas, documentos y fotocopias conforme a las leyes del país.

### **1.6. Asbesto**

A continuación, se describe todo lo relacionado al asbesto.

#### **1.6.1. Definición de asbesto**

El asbesto, también llamado amianto, es un grupo de minerales metamórficos fibrosos que están compuestos de silicatos de cadena doble. Los minerales de asbesto tienen fibras largas y resistentes que se pueden separar y

son suficientemente flexibles como para ser entrelazadas; también resisten altas temperaturas.

Debido a estas características especiales, el asbesto se ha usado en una gran variedad de productos manufacturados, principalmente en materiales de construcción (tejas para recubrimiento de tejados, baldosas y azulejos, productos de papel y productos de cemento con asbesto), productos de fricción (embrague de automóviles, frenos, componentes de la transmisión), materias textiles termo-resistentes, envases, paquetería y revestimientos, equipos de protección individual, pinturas, productos de vermiculita o de talco, entre otros. También está presente como contaminante en algunos alimentos.

### **1.6.2. Propiedades de asbesto**

Las excelentes propiedades que presenta el amianto (aislantes, mecánicas, químicas, y de resistencia al calor y a las llamas) y su relativo bajo costo, pueden explicar sus numerosas aplicaciones industriales, así como el hecho de que figure, o haya figurado durante años en la composición de muchos productos o acabados industriales. Además, existen numerosos yacimientos en todo el planeta y su costo de extracción es bajo.

Figura 2. **Sectores con mayor demanda del asbesto**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word 2019.

Todas las formas de amianto son muy resistentes a los ácidos y a los álcalis y todos se descomponen a altas temperaturas (800 °C – 1 000 °C), a excepción del crisotilo; por ello se han utilizado para protección ignífuga de estructuras metálicas y trajes de bomberos. Por ejemplo, la crocidolita se utilizaba en la fabricación de tuberías de presión y también como reforzante de plásticos por su gran resistencia mecánica.

El crisotilo, también conocido como amianto blanco, es la fibra de amianto de mayor utilización y representa el 94 % de la producción mundial. La industria de fibrocemento es el principal usuario de fibras de crisotilo y representa cerca del 85 % del uso total.

### **1.6.3. El asbesto como agente cancerígeno**

Los efectos que el asbesto tiene sobre la salud son conocidos desde hace mucho tiempo; en el siglo I, Plinio el Viejo, en Roma, ya describía la enfermedad de los pulmones de los esclavos que tejían ropa de asbesto.

Fue en 1906, en Londres (Inglaterra), cuando fue descrito el primer caso conocido de «fibrosis pulmonar por asbesto» en una trabajadora de 33 años, del área de Cardado de una fábrica textil.

Desde 1935 se conocen los primeros trabajos que relacionan científicamente la exposición al asbesto y cáncer de pulmón; y en 1947, se describen los mesoteliomas de pleura y peritoneo. Hoy día se reconoce que el amianto es la más conocida de las sustancias industriales relacionadas con el cáncer de pulmón; por tanto, se tiene absoluta certeza de que existen dos tipos de cáncer producidos por exposición:

- Asbestosis (cáncer del pulmón)
- Mesotelioma

El cáncer de pulmón en trabajadores expuestos llega a ser hasta diez veces más frecuente que en la población general. No se reconoce una cantidad mínima del agente causal por debajo del cual un expuesto pueda considerarse seguro.

Figura 3. **Fibras de asbesto**



Fuente: elaboración propia, utilizando Photoshop 2019.

#### **1.6.4. Contaminación por asbesto industrial**

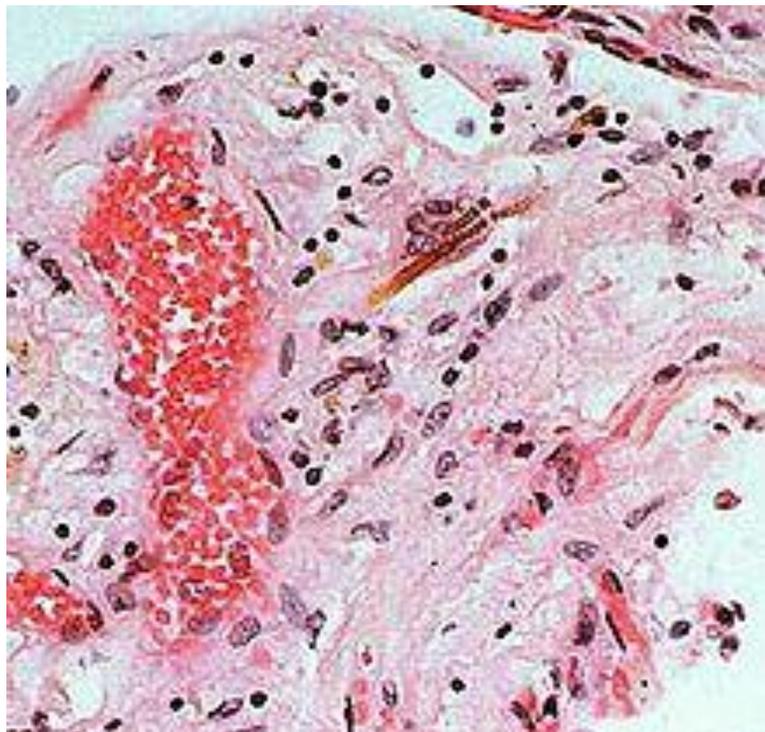
El asbesto ocasiona enfermedad cuando es inhalado. La ingestión o el contacto con la piel no son vías de ingreso demostradas como causa de enfermedad. Las fibras de amianto son de tamaño microscópico, se desprenden con facilidad, no se disuelven con agua o se evaporan; estas se desplazan por el aire, ingresando al pulmón con cada respiración que se haga en un ambiente contaminado.

Las fibras de asbesto pueden pasar al aire o al agua a causa de la degradación de depósitos naturales o de productos de asbesto manufacturados. Las personas que trabajan en la minería de asbesto o en industrias que fabrican o usan productos de asbesto pueden estar expuestas a altos niveles de este material; asimismo, las personas que viven cerca, debido al traslado de partículas por el aire.

Las fibras de asbesto pueden liberarse al aire al manipular materiales durante el uso del producto en demoliciones, mantenimiento, reparación y renovación de edificios o viviendas. En general, la exposición sucede cuando el material que contiene asbesto es perturbado.

Las partículas de asbesto no se evaporan en el ambiente ni se disuelven en agua y pueden permanecer suspendidas en el aire por largo tiempo y ser transportadas largas distancias por el viento y el agua antes de depositarse. Otra fuente contaminante con asbesto puede ser el agua potable cuando procede de tuberías de fibrocemento.

Figura 4. **Enfermedades provocadas por el asbesto industrial**



Fuente: Revista anual de Enfermedades cancerígenas. *Enfermedades epidemiológicas*.  
[https://www.revistaavft.com/images/revistas/2019/avft\\_3\\_2019/19\\_comportamiento\\_epidemiologico.pdf](https://www.revistaavft.com/images/revistas/2019/avft_3_2019/19_comportamiento_epidemiologico.pdf). Consulta: marzo 2019.

### 1.6.5. Fibras de asbesto afectando el tejido pulmonar

El asbesto, más conocido como amianto, es un silicato existente en la naturaleza que se presenta en forma de fibras delgadas, las cuales se caracterizan por ser fuertes, duraderas y resistentes al calor, al frío, al fuego y a la abrasión.

Estas características lo convierten en el aislante ideal, motivo por el que ha sido utilizado ampliamente en la industria. Según su composición química y sus características mineralógicas se clasifican en dos grupos:

- Serpentininas: Se caracterizan por la forma curva de las fibras. Está representado únicamente por el crisotilo y supone más del 90 % del amianto utilizado en el mundo. Soporta temperaturas de 500 °C y las fibras tienen muy buena capacidad para el trenzado. Debido a su menor resistencia a los ácidos, su biopersistencia en el pulmón se limita a unas pocas semanas.<sup>6</sup>
- Anfíboles: Se caracterizan por la forma recta y larga de las fibras. Tienen una estructura química más compleja. Soportan temperaturas de hasta 100 °C, tienen una mayor resistencia a los ácidos y pueden persistir en el pulmón hasta varias décadas después de su inhalación. Dentro de estas hay varios tipos: amosita o amianto marrón, crocidolita o amianto azul, antofilita, tremolita y actinolita.<sup>7</sup>

Por otro lado, respirar niveles de asbesto más bajos puede producir alteraciones en la membrana pulmonar, lo que genera las llamadas placas. Las placas pleurales suelen presentarse en trabajadores y, ocasionalmente, en

---

<sup>6</sup> BRUN, Miguel. *Patología pleural y pulmonar por asbesto*. 78.

<sup>7</sup> *Ibíd.*

gente que vive en áreas con altos niveles ambientales de asbesto. Los efectos de las placas pleurales sobre la respiración generalmente no son serios, pero la exposición a niveles más altos puede producir un engrosamiento de la pleura, lo cual puede restringir la respiración.

### 1.6.6. Identificación de un material con amianto

En la industria se conocen diferentes productos comunes y comerciales con alta concentración de amianto; a continuación, se enumeran los de mayor comercio en la industria guatemalteca.

Figura 5. **Productos comunes comerciales e industriales con amianto**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word 2019.

Figura 6. **Tanque de agua fabricado con amianto**



Fuente: elaboración propia, utilizando Photoshop 2019.

Figura 7. **Techo de duralita, comúnmente utilizado en colonias populares, hoy denominadas zonas rojas**



Fuente: elaboración propia, utilizando Photoshop 2019.

### **1.6.7. Prohibición de asbesto o amianto**

En Guatemala no existe algún decreto o ley vigente que regule el uso y producción de materiales compuestos por asbesto o amianto. Según la investigación realizada en medios digitales, se puede mencionar la resolución 823/2001 de Argentina, país que logró hacerlo de forma legal y constituido como norma: evitar la comercialización, distribución y fabricación de productos que incluyan estos dos elementos.

El ministerio de salud resuelve

Artículo 1° — Prohíbese en todo el territorio del país la producción, importación, comercialización y uso de fibras de Asbesto variedad Crisotilo y productos que las contengan, a partir del 1° de enero de 2003.

Artículo. 2° — Hasta la fecha indicada en el artículo 1° se permitirá la producción, importación y comercialización de fibras de Asbesto Crisotilo y productos que las contengan toda vez que sus fabricantes y comerciantes se ajusten a las normas para el caso de las especificaciones de etiquetado en cumplimiento de la Resolución N° 577/91 y de inscripción en el Registro de Sustancias Químicas Cancerígenas (Disposición N° 1/95) ambas del registro del ex MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL, y de las Leyes Nros. 24.557 de Riesgos del Trabajo, 24.240 de Defensa al Consumidor y 24.051 de Residuos Peligrosos, así como toda otra norma vigente o futura relacionada con el tema.

Artículo 3° — Quedan exceptuados del Artículo 1° los productos de textil-asbesto, papel y cartón-asbesto y plástico-asbesto, así como también filtros, juntas, selladores, pastas, pinturas y aislantes conteniendo Asbesto, cuya prohibición total entrará en vigencia a partir de los SESENTA (60) días posteriores a la publicación de esta Resolución en el Boletín Oficial.

Artículo. 4° — Sin perjuicio de lo obrante en los artículos precedentes se autorizará la comercialización y uso de productos con Asbesto para los cuales se acredite fehacientemente la imposibilidad de reemplazo o la inexistencia en el mercado, durante un plazo no mayor de UN (1) año, cumplido el cual podrá ser renovada de persistir las condiciones que justificaron la autorización inicial.

Artículo 5° — Las tareas de mantenimiento, refacción y demolición de edificios y estructuras con Asbesto instalado serán reglamentadas oportunamente a través de los organismos con competencia, en esa materia.

Artículo 6° — Comuníquese la presente a la DIRECCION DE LEALTAD COMERCIAL de la SECRETARIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO, a la ADMINISTRACION NACIONAL DE ADUANAS de la ADMINISTRACION FEDERAL DE INGRESOS PUBLICOS, a la SECRETARIA DE DESARROLLO

SUSTENTABLE Y POLITICA AMBIENTAL y a la SUPERINTENDENCIA DE RIESGOS DE TRABAJO, para su conocimiento y adopción de las medidas que estimen necesario en las órbitas de sus competencias.

Artículo 7° — Comuníquese, publíquese, dése a la Dirección Nacional del Registro Oficial y oportunamente archívese. — Héctor J. Lombardo.<sup>8</sup>

Para iniciativa de ley en Guatemala, es relevante estudiar este tipo de normas y reglamentos en países latinoamericanos, quienes afrontan los problemas de salud e industria con responsabilidad social.

---

<sup>8</sup> MSPAS. *Resolución 823/2001*. <https://www.mspas.gob.gt/>.

## **2. SITUACIÓN ACTUAL**

### **2.1. Descripción del producto**

La necesidad de desarrollar este estudio surge de la gran cantidad de materiales que contienen asbesto en el país, tomando en cuenta que después del terremoto del año 1,976, en la mayoría construcciones habitacionales, obras sociales y centros educativos que el gobierno realizó, se colocó techo de duralita.

En la actualidad este material, por su uso y tiempo, ya se encuentra obsoleto; en consecuencia, se hace necesario contar con mecanismos adecuados para una disposición final. Esto con el objetivo de mitigar o minimizar un problema que es latente para la salud, considerando que no existe una disposición adecuada de este material, ya que termina en vertederos de basura, botaderos clandestinos, ríos, quebradas o zanjones.

En Guatemala, hoy día no existe un mecanismo adecuado para el manejo de este material; asimismo, para la disposición final, en tal sentido, el presente estudio está basado en experiencias de otros países que colocan el material en criptas, considerando diferentes escenarios presentes para que de forma eficiente se puedan seleccionar los lugares ideales donde puedan ser ubicados.

## **2.2. Materia prima para procesar asbesto utilizado en criptas**

Las criptas desempeñan diferentes funciones, algunas son empleadas para contener restos mortuorios de personas y otras para almacenar desechos industriales.

### **2.2.1. Materia prima y material en etapa de construcción**

En la medida de lo posible, se deben utilizar materiales de construcción propios del área, con el objetivo de armonizar el proyecto con el entorno. Sin embargo, también se requieren materiales de construcción que cumplan con las normas establecidas por de la *American Asociación State of Highway and Transportation* (AASHTO), la *American Society for Testing Materials* (ASTM) y la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR).

Los materiales que se deben utilizar para la cripta son:

- Cemento tipo Portland
- Arena de río
- Piedrín
- Madera para tabla y paral
- Cal hidratada
- Agua
- Bloc
- Acero estructural de diferentes diámetros.

### **2.2.2. Control y calidad de los materiales**

Los materiales deben ser nuevos y llenar los requisitos y condiciones que se señalan en las especificaciones y los planos. Los materiales deben ser aprobados previo a la entrega; para el efecto, se deben presentar muestras representativas para su inspección y análisis, de acuerdo con los métodos a los que se haga referencia en las especificaciones.

Todos los artículos manufacturados, materiales y equipos que deban ser incorporados a la obra, serán almacenados, manipulados, instalados, erguidos, utilizados y acondicionados, de conformidad con las instrucciones que indiquen los fabricantes.

### **2.2.3. Materiales defectuosos**

Los materiales que no llenen los requisitos de las especificaciones, dañados o los que se hayan mezclado con material nocivo, serán considerados defectuosos. Estos pueden ser corregidos a través de una autorización, o bien, solicitase su retiro.

### **2.2.4. Materiales de construcción**

Serán empleados en la industria guatemalteca si logran cumplir con las normas citadas y garanticen que, a partir de una futura ley decretada a favor del consumidor, se pueda preservar la salud y reducir el riesgo de exposición a materiales con particularidades cancerígenas, de manera que estos puedan ser comercializados con límites y niveles de control.

### **2.2.5. Acero de refuerzo**

El refuerzo para el concreto consiste en varillas de acero de lingotes, de grado 60 o 40 (resistencia a la tensión de 60 000 y 40 000 libras/pul<sup>2</sup> respectivamente), según se indique; deben estar libres de defectos y mostrar un acabado uniforme. La superficie debe estar libre de óxido, escamas y materias extrañas que perjudiquen la adherencia con el concreto. Por otro lado, no deberán tener grietas, dobladuras o laminaciones. Todo el refuerzo empleado en la construcción de la estructura debe ser de acero legítimo y corrugado, a excepción del acero de 1/4" de diámetro.

### **2.2.6. Características del bloc**

El bloc debe tener una resistencia a la compresión de 35 kg/cm<sup>2</sup> a 40 kg/cm<sup>2</sup>. Sus dimensiones deben ser las que se especifiquen en planos; asimismo, deben ser consistentes y uniformes en sus dimensiones con las tolerancias consideradas en la norma COGUANOR NGO 41 054. Estos deben ser de calidad, acabado liso (rustico en el área que se especifique), de color uniforme; con aristas y esquinas rectas; y libres de raspaduras, roturas, rajaduras o de cualquier otra irregularidad que pudiera afectar la resistencia o apariencia del muro. Se deben transportar cuando su estructura es robusta y sólida, para que cuando se estén manipulando no sufran daños; los defectuosos deben ser rechazados.

Las paredes construidas con bloc deben ser lisas en la cara interna para evitar que el producto que se coloque en la cripta contamine el ambiente.

### **2.2.7. Cemento**

El cemento debe cumplir con las normas COGUANOR NGO 41005 y ASTM C-150, entregado en la obra dentro de su empaque original y sellado hasta el momento de su uso.

La bodega donde se almacene debe ser un ambiente seco, sin grietas y aberturas; ser estibado sobre plataformas de madera de 0,15 metros de altura y colocarle un máximo de 10 sacos y de manera adecuada para reducir la circulación de aire. Por otro lado, se debe evitar el contacto con las paredes.

Durante el proceso de uso, se debe considerar que el primero que se estiba es el primero que se utiliza, de manera que el cemento no resulte endurecido o parcialmente fraguado debido a su almacenamiento. Este no debe permanecer más de un mes embodegado.

### **2.2.8. Agregados**

Los agregados por usarse son: fino (arena) y grueso (piedra triturada o clasificada). Ambos deben considerarse como elementos separados del cemento<sup>9</sup>; por otro lado, se pueden usar otros agregados siempre y cuando se demuestre por medio de la práctica o ensayos especiales que producen concreto con resistencia y durabilidad adecuada; y, asimismo, ser autorizados.

El agregado fino debe ser de grano duro y resistente, libre de arcilla, limo, álcalis, mica, materias orgánicas, tierra u otras sustancias perjudiciales. El porcentaje de estos no debe pasar del 5 % respecto al peso total del material y,

---

<sup>9</sup> Norma ASTM C-33. *Agregados para concreto.*  
<https://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/C33-03-SP.htm>.

además, que pase tamiz 200 micrones. Respecto a la tierra, esta no debe ser más del 3 %; en caso contrario, el exceso debe ser eliminado mediante el lavado correspondiente. El módulo de finura de la arena no debe ser menor de 2,3 ni mayor de 3,1; no debe ser uniforme y debe tener cierta graduación. El porcentaje total en la mezcla puede variar entre 30 % y 45 %. Esta debe ser de cantera o volcánica, de tal manera que consiga la consistencia deseada del concreto.

El agregado grueso debe ser grava o piedra triturada limpia; no debe contener tierra o arcilla en su superficie en un porcentaje que exceda del 1 % en su peso. En caso contrario, el exceso se eliminará mediante el lavado. Debe ser de rocas duras y estables, resistentes a la abrasión por impacto y a la deterioración causada por cambios de temperatura o heladas. El porcentaje de desgaste no debe ser mayor a 45 % después de 500 revoluciones en el ensayo de abrasión. El porcentaje de partículas planas y alargadas no debe sobrepasar de 15 % en peso. Una partícula plana es aquella en la que la longitud mayor es de 5 veces el espesor promedio.

El tamaño o granulometría del agregado será de  $\frac{3}{4}$ " como máximo y de  $\frac{1}{2}$ " como mínimo, o lo que indique el procedimiento de mezcla del diseño en función de la procedencia del material.

### **2.2.9. Agua**

El agua empleada en el mezclado del concreto debe ser limpia y estar libre de cantidades perjudiciales de material orgánico, elementos en suspensión y turbidez excesiva (preferiblemente que sea apta para el consumo humano). Aquellas aguas que no cumplan con requisitos de calidad relacionados a los niveles de bioseguridad aptos a la salud de las personas no se deberán utilizar

para la preparación de concreto, el proceso de curado o el lavado del equipo industrial.

### **2.2.10. Concreto**

Mezcla constituida por cemento, agregados, agua y eventualmente aditivos, en proporciones adecuadas para obtener las propiedades requeridas y que juntamente con el refuerzo de acero, en la cantidad indicada en los planos de estructuras, actúen para resistir los esfuerzos a los cuales estará sometida la estructura. Se deberá tener un control de la calidad del concreto y cumplir con lo estipulado en ACI 318-08; depositarse sin interrupciones, lo más cerca posible de su posición final, colarse en cada capa y hacer la distribución homogénea antes de colar la siguiente. La disposición del concreto debe ser rápida para evitar que se fragüe antes de colocar la siguiente capa; por otro lado, se debe iniciar en el punto más lejano.

Cuando el concreto se coloque en formaletas altas a una velocidad relativamente rápida, se puede llegar a recolectar cierta agua de sangrado en la parte superior, especialmente si el concreto no tiene aire incluido, pero esto se puede reducir por medio de un colado más lento y con el empleo de un concreto de consistencia más seca.

Para que el concreto se consolide, se debe compactar fresco para amoldarlo dentro las formaletas y evitar la segregación de materiales y cavidades de aire. La consolidación se puede hacer por método manual (utilizando varillas) o mecánico (con vibradores); esto dependerá de la consistencia de la mezcla, complejidad de la formaleta, cantidad y el espaciamiento del refuerzo del elemento. Luego se procede al desencofrado, el

resanado y el curado del concreto con todos los métodos y especificaciones técnicas de estructuras.

#### **2.2.11. Diseños de mezclas**

Previo a iniciar las fundiciones, se debe presentar un diseño de mezcla certificada donde se especifiquen las proporciones de los agregados necesarios para obtener la resistencia del concreto de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  o  $f'c = 281 \text{ kg/cm}^2$  (según sea requerido).

Si se hicieran cambios en cuanto a las fuentes de suministro de los agregados durante el proceso de construcción, se debe realizar el nuevo diseño de mezcla. La verificación del cumplimiento de los requisitos para  $f'c$  se basará en los resultados de probetas de concreto preparadas y ensayadas de acuerdo con las Normas ASTM C-31 y ASTM C-39.

Las proporciones de la mezcla de concreto deben tener una relación agua-cemento; asimismo, considerar las condiciones en campo donde los agregados tanto fino como grueso pueden tener humedad. En tal sentido, la proporción agua-cemento puede ser seleccionada con base en la experiencia y a partir de mezclas de prueba preparadas (midiendo el *slump* del concreto fabricado) con los materiales que serán empleados.

#### **2.2.12. Estructura principal**

Se deberá emplear el modelo activo y eficiente que permita construir la cripta con el mayor aprovechamiento de espacio, al igual que el material que deberá ser empleado tiene que cumplir con ciertos parámetros de calidad.

### **2.2.12.1. Excavaciones para cimentación y cuarto subterráneo**

Las excavaciones para los orificios no deben exceder las cotas indicadas en los planos respecto a las de cimientos; sus dimensiones quedan a criterio. Se debe encontrar un suelo lo suficientemente estable, que tenga las capacidades de soporte mínimas en condiciones de cargas o esfuerzos de trabajo y que resista la carga de la estructura. Así también, es necesario tomar en cuenta las recomendaciones del estudio de capacidad de suelo, el cual, debe hacer previo a empezar las construcciones del proyecto.

### **2.2.12.2. Cimiento corrido**

Este será de concreto reforzado, con resistencia  $f'c=4\ 000\ \text{lb. /plg}^2$  (281 Kg/cm<sup>2</sup>). Debe cumplir con las dimensiones y el armado establecido en los planos autorizados, empleando acero de refuerzo y con base en las especificaciones de ASTM 615 para varillas de acero corrugado grado 40 para refuerzo longitudinal y transversal. Además, se deben incluir todos los materiales y trabajos necesarios para su realización; como compactación de la zanja, formateado (en donde sea comprobable su necesidad), colocación y centrado de columnas, fabricación y colocación de la armadura, fundición (fabricación, traslado y colocación) del concreto, fraguado, desencofrado y relleno de zanjas. No se debe permitir ninguna fundición de cimentación sin previa verificación de la resistencia del suelo, el armado, colocado o centrado de cimiento corrido, columnas, entre otros.

Se debe respetar el recubrimiento mínimo del cimiento; para ello se utilizan alzas de concreto de 10 cm. de alto. Los traslapes de acero longitudinal, el anclaje del acero de columnas, pines, entre otros, en el cimiento corrido, no

debe ser menor de la longitud especificada en planos para determinado diámetro.

### **2.2.12.3. Muro de cimentación**

Levantado de las hiladas de bloc de resistencia de 25 kg/cm<sup>2</sup>. Colocadas entre el cimientado corrido y la solera de humedad; asimismo, dependerá del valor de soporte mínimo de carga del suelo y de criterio.

### **2.2.12.4. Viga de agarre**

Concreto reforzado con resistencia  $f'c=4\ 000\ \text{lb/plg}^2$  (281 kg./cm<sup>2</sup>). Debe cumplir con las dimensiones y el armado establecido en los planos, empleando acero de refuerzo y con base en las especificaciones de ASTM 615 para varillas de acero corrugado grado 60 para refuerzo longitudinal y transversal. Se deben incluir todos los materiales y trabajos necesarios para la construcción, considerando compactación de zanja, el formateado (en donde sea comprobable su necesidad), la colocación y centrado de columnas, la fabricación y colocación de la armadura, la fundición (fabricación, traslado y colocación) del concreto, el fraguado, el desencofrado y el relleno de zanjas.

No se debe permitir la fundición de la viga de amarre si no cuenta antes con la verificación de la resistencia del suelo, el correcto armado, colocado o centrado de la viga de amarre y columnas, etc. Esto debe estar autorizado por escrito. Se debe respetar el recubrimiento mínimo de la viga de amarre y utilizar alzas de concreto de 6 cm en total, quedando 3cm en cada extremo de la viga. Los traslapes de acero longitudinal, el anclaje del acero de columnas, pines, etc., en la viga de amarre, no deben ser menores de la longitud especificada en planos para determinado diámetro. Cualquier modificación con respecto a la

excavación, sustitución y compactación del suelo u otro material deberá ser autorizado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

#### **2.2.12.5. Rellenos de zanja**

El relleno de la zanja se efectuará hasta que esté inspeccionada la fundición y el proceso de curado del concreto se encuentre concluido; esto para asegurar que tiene la suficiente resistencia para soportar presiones. El relleno se efectuará con material seleccionado, cumpliendo con propiedades adecuadas, compactado en capas no mayores que 15 cm, ni menores que 10 cm. No se permitirá que el mismo material procedente de la excavación sea colocado en la zanja (a menos que sea material adecuado para compactación).

#### **2.2.12.6. Zapatas**

Deben ser de concreto reforzado con doble encamado, con resistencia mínima a la compresión de 4 000 lb/plg<sup>2</sup> (281 kg/cm<sup>2</sup>), acero de refuerzo grado 60, con las dimensiones y armadura que se indique en los planos. La profundidad de las zapatas tiene que ser de 1,50 m. y espesor de 60 cm.

Para realizar el levantado del muro, se necesitará que la dimensión del block de las paredes sea en sentido horizontal; las unidades deben ser exactas y el único corte que se acepta es por la mitad. La primera hilada se colocará sobre el cimienta corrido y de acuerdo con el emplantillado que aparece en planos.

Durante su colocación, los blocs deben encontrarse saturados de agua para minimizar la absorción de agua de la sabieta. Por otro lado, los que se refuercen internamente (en sus celdas), considerados en los planos, deben

estar limpios de sobrantes de mortero y rebaba antes de proceder a la fundición o colocado de mochetas y soleras.

Cuando se coloquen los blocs, los pines no deben doblarse o cortarse, y, de ser estrictamente necesario, interrumpirse en una solera y reiniciarse en esta misma, por medio de herramientas para elevarlos sobre los pines y así evitar que sean doblados. Se recomienda fabricar «tes» de madera o «diablos» para garantizar que los pines no sufran esfuerzos antes de ser fundidos en el muro.

El mortero para la pega de bloc estará hecho a base de cemento y arena de río cernida granulada, con una proporción 1:3.

#### **2.2.12.7. Columnas de refuerzo vertical**

Incluye todas las mochetas y las columnas, con su respectivos materiales, insumos y trabajos para su realización.

#### **2.2.12.8. Vigas, soleras y similares**

Deben construirse con los detalles indicados en planos, según el armado y las dimensiones señaladas, utilizando el grado de acero y la resistencia del concreto que se indique.

#### **2.2.12.9. Formaleta**

Se debe usar formaleta en la fundición de columnas, sillares y otros aspectos señalados en planos; pueden ser de madera o metálicas. En el caso de la formaleta metálica, se debe utilizar algún desencofrante que facilite

retirlarla para que el concreto no sufra imperfecciones, o para evitar dañar las propiedades del concreto y que rechace el acabado que se le pudiera aplicar.

La formaleta debe ajustarse a la forma y dimensiones de los elementos que serán fundidos; ser lo suficientemente sólidas, estables y regulares (planas) para resistir la presión y vibrado del concreto. Esta se apuntala y sujeta de manera adecuada para que conserve su forma y posición, y, en las juntas no debe haber fuga de mortero.

Las tablas utilizadas como parte de las formaletas para columnas, vigas y losas, tienen que tener un espesor mínimo de 1" y ser libres de imperfecciones o deformaciones; además, contar con un apuntalamiento adecuado (ubicado a una distancia máxima de 1,00 m.) que garantice el alineamiento vertical y horizontal. No colocar elementos improvisados para formaletas.

La remoción de la formaleta debe hacerse de tal forma que no perjudique la seguridad y durabilidad de la estructura. Si existiera alguna imperfección en el concreto, corregirla inmediatamente con pegamento epóxico de calidad garantizada. Para evitar imperfecciones, es necesario desarrollar la fundición con un vibrado adecuado.

Tabla II. **Tiempos mínimos de permanencia de las formaletas**

<b>Elemento</b>	<b>Tiempo</b>
Columnas	3 días
Vigas y Losas	15 días
Voladizos	21 días

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word 2019.

#### **2.2.12.10. Renglón de estructura y cubierta**

Se coloca una capa de asbesto, sobre esta se funde una losa con espesor de 0,15 m, con concreto 4 000 psi, reforzada con hierro número 3, procedimiento repetitivo hasta alcanzar una altura de 6,00 m; la cripta tendrá una dimensión de 3 m de orificio y 3 m adicionales sobre el nivel del suelo; 10 m de largo por 5 m de ancho.

Por otro lado, para evitar filtración de agua en la parte del orificio, previo a estar lleno, se coloca un techo móvil rustico, construido de madera y lámina de metal, para tener un fácil acceso al momento de depositar desechos de asbesto y poder encapsularlos. Este proceso debe hacerse cada vez que se coloque una losa fundida sobre el material depositado para evitar la acumulación de agua.

#### **2.2.12.11. Piso fundido de concreto**

Se preparará la superficie, compactando el suelo con una capa de selecto de 0,10 m; se funde un contra piso con concreto de 176 kg/cm<sup>2</sup> con un espesor de 0,05 m y alisado para evitar filtraciones.

#### **2.2.12.12. Limpieza final y restauración**

Terminada la obra, se remueve el ripio, los materiales sin uso y otros que fueron utilizado en la construcción. Realizada la limpieza, se restauran las áreas utilizadas, de tal forma que estas zonas queden en condiciones similares o mejores que las encontradas inicialmente.

Tabla III. **Cuadro de actividades durante la fase de construcción**

<b>Actividad</b>	<b>Mes 1</b>	<b>Mes 2</b>	<b>Mes 3</b>	<b>Mes 4</b>
Construcción de bodega e instalaciones provisionales	X			
Replanteo topográfico, trazo y escarificación	X			
Excavación, nivelación y relleno compactado de zanjas	X	X		
Levantamiento de paredes y techo		X	X	X
Extracción de desechos	X	X	X	X
Equipos de seguridad personal	X	X	X	X

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word 2019.

### **2.3. Descripción del equipo**

Se deberá emplear equipo especializado que permita trabajar en condiciones climatológicas exigentes y espacios abiertos.

#### **2.3.1. Disponibilidad de maquinaria**

Es importante disponer de equipo adecuado y en cantidad suficiente para el trabajo; asimismo, tomar las medidas de precaución necesarias para que no se dañe la obra durante el proceso de construcción, así como las propiedades adyacentes o instalaciones.

#### **2.3.2. Equipo y maquinaria necesarios**

El equipo y maquinaria que se utilizan en la etapa de construcción y operación son los siguientes:

- Máquina retroexcavadora
- Camiones de volteo
- Palas

- Piochas
- MACHÉtes
- Rastrillo
- Cinta métrica

## **2.4. Descripción del proceso**

Cada una de las fases que pueden ser empleadas para la construcción de una cripta es de relevancia y con sentido de precedencia, sin el cumplimiento de una fase anterior no se podría avanzar hacia el siguiente nivel de construcción.

### **2.4.1. Fase de planificación**

Previo a la ejecución del proyecto, se debe elaborar un estudio técnico que contenga un juego de planos que describan los diferentes componentes, donde se detalle la distribución de estos al igual que los trabajos de levantamiento.

### **2.4.2. Fase de construcción**

Al empezar los trabajos de movimiento de tierra y construcción, es importante elaborar una bodega para almacenar adecuadamente los materiales que serán utilizados, especialmente para aquellos de tipo perecedero como cemento, cal, herramientas, entre otros; en cuanto al acero de refuerzo y hierro en general, se deben almacenar bajo techo para evitar el contacto con la humedad.

Para los materiales de patio, definir su localización en un área libre de contaminación. En el proceso de ejecución, cumplir con lo especificado en la documentación, contar con equipo adecuado de protección y seguridad, cumpliendo con el plan de trabajo, el cual, debe actualizarse constantemente.

El material producto del movimiento de tierras se debe depositar en un área adecuada y regular para su nivelación y para que no entorpezca la libre locomoción.

#### **2.4.2.1. Reconocimiento del terreno**

Verificar previo a la construcción del proyecto los siguientes aspectos:

- Ubicación de los trabajos que se realizarán (concordancia entre las medidas consignadas en planos y las existentes en el lugar de la construcción).
- Detallar por escrito cualquier discrepancia entre los aspectos mencionados en los incisos anteriores y las condiciones en campo, para posteriormente resolver.

#### **2.4.2.2. Limpieza, nivelación y excavación**

Limpiar y remover del área de construcción basura y cualquier obstáculo que pueda interferir u obstaculizar en el proceso de construcción. La nivelación consiste en la colocación de puentes para el trazo de ejes y de las marcas para definir las cotas exactas de cortes o rellenos. Esta incluye todos los trabajos, materiales y elementos necesarios para la demarcación de ejes.

- Para el trazo considerar:
  - Utilizar puente tipo corral.
  - Antes de iniciar la perforación, determinar el área y colocar los puentes de trazo.
  - Los trazos deben corresponder a los indicados en los planos.
  - El área donde se ejecutará el proyecto debe estar libre de árboles para que estos no obstaculicen la construcción.
  
- Para el proceso de limpieza, nivelación y excavación, considerar:
  - Capacitaciones a los trabajadores sobre la manera correcta de actuar ante un siniestro.
  - Contar con servicios sanitarios portátiles.
  - El suministro de agua en la etapa de construcción será a través de pozo artesanal existente dentro del área del proyecto.
  - El agua de consumo debe ser embotellada.
  - Queda prohibida la quema de cualquier tipo de desechos dentro del proyecto.

### **2.4.3. Fase de operaciones**

La fase de operaciones inicia en el proceso de desmontaje del material de asbesto. Posteriormente, se hace el embalaje o encapsulamiento, el transporte hacia el proyecto, y se concluye con el proceso de disposición final a través del encriptamiento.

Previo al inicio de operaciones, es necesario realizar pruebas de sangre y de pulmones a cada uno de los colaboradores que estarán involucrados durante esta fase y que tendrán contacto con los materiales que contengan asbesto.

Estas pruebas también serán realizadas al finalizar el proyecto con el fin de descartar cualquier tipo de contaminación por el contacto con este material.

Tomar en cuenta cada una de las indicaciones que se indican a continuación para cada uno de los procesos ayudará a que el proyecto sea un éxito y no se atente contra el medio ambiente ni contra la población local.

- Tanto en la fase de desmontaje como en la de disposición final, colocar un muro perimetral (bloc, madera o lámina) superior a 1,5 metros de altura.
- Contarse con un contenedor que contenga duchas, casilleros y sanitarios, ya que previo a ingerir alimentos o una vez finalizada la jornada, el personal debe ducharse.
- Este contenedor debe disponer de tres tanques plásticos de 1 100 l c/u, de los cuales, dos serán para la recepción de las aguas residuales de las duchas y otro para las aguas residuales ordinarias.
- El retiro de las aguas contaminadas será a través de una empresa contratada y autorizada para el efecto.
- El contenedor será trasladado a cada edificación donde se realice el proceso de desmontaje de materiales con asbesto.
- Queda prohibido realizar la actividad de desmontaje y disposición final, si el personal no utiliza equipo de protección.
- Utilizar, como equipo de protección, braga tipo Tivek, guantes de nitrilo, protección ocular, respiradores de aire media cara con filtros mecánicos que con su protección abarquen la boca y nariz; protección para la cabeza (casco) y calzado industrial.
- Aplicar un sistema impermeabilizante en el piso o suelo donde se realice el desmontaje de material con asbesto, el cual puede ser con lona o plástico con bordes y que cubra el área con el fin de atrapar residuos sólidos o líquidos.

- El impermeabilizante deberá ser instalado con bordes bien definidos para contener todo derrame líquido; de existir, absorberlo por medio de esponjas y depositarlos en tanques plásticos especiales para este tipo de desechos.
- Previo a iniciar con el desmontaje de material con asbesto, este debe humedecerse en su totalidad. Dicho proceso será realizado por medio de una bomba de mochila; al terminar el proceso, esta se debe limpiar con esponja (desecharse dentro de la cripta) y agua.
- Para evitar accidentes por caídas, tanto en el proceso de desmontaje como en la disposición final, implementar líneas de vida y proveer arneses adecuados, así como la capacitación para su uso.
- Una vez desmontado el material con asbesto, este se encapsula (sin triturarlo) en sacos de polietileno o plástico, con un recubrimiento o bolsa plástica para evitar la contaminación del ambiente.
- Finalizado el proceso de encapsulado, los sacos se deben depositar en el contenedor de traslado al área de disposición final.
- Los trajes utilizados por los operarios en el proceso también deben disponerse en las criptas.
- Los contenedores de traslado de material de asbesto deben cumplir con condiciones óptimas y el medio de transporte debe contar con un botiquín de primeros auxilios, extintor y señalizaciones que indiquen lo que transporta.
- Finalizado el transporte y descarga, el contenedor se debe limpiar con esponja y agua para eliminar residuos; estos elementos se depositan en la cripta.
- Las criptas tendrán las dimensiones ya indicadas en este capítulo.
- Desarrollar informes anuales sobre el proceso de desmontaje y disposición final de material de asbesto y presentarse al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, con información relacionada a:

- Actividades realizadas
- Cantidad de material tratado y su procedencia
- Caracterización de la recepción del desecho en el proyecto
- Características de embalado y material
- Registro del personal que participa en el proceso, entre otros.

#### **2.4.4. Fase de abandono o cierre**

Una vez realizada la disposición final de los desechos de asbesto, la empresa Agroinsumos ACHÉ procede a retirar su maquinaria y recomienda:

- Si se va a readecuar las instalaciones para nuevas actividades, cumplir con normativas.
- El material depositado no puede ser removido o eliminado salvo que exista un tratamiento para este proceso.
- Previo a realizar cualquier procedimiento, tomar muestras de los bloques encapsulados o encriptados para análisis químico a fin de determinar trazas residuales.
- Las criptas se convertirán en cementerios industriales y en todo momento deberán estar en buen estado.
- Durante la fase de abandono, los únicos desechos sólidos serán los generados por el encargado de esta actividad y, por lo tanto, estarán bajo la responsabilidad del personal de limpieza y mantenimiento.

#### **2.5. Análisis de desempeño**

La empresa deberá realizar actividades sistemáticas que permitan mejorar las condiciones del entorno donde se desarrollarán los proyectos de tal forma que el terreno logre ser estable y apto para la vivienda a futuro.

### **2.5.1. Estándares**

Conocidos en la industria guatemalteca como el conjunto de patrones que permitirán medir el funcionamiento de algún proyecto.

### **2.5.2. Factores que afectan la disposición final de asbesto**

Estos se consideran desde el proceso de desmontaje hasta la disposición final del material de asbesto.

- Atmosféricos
  - Viento: El exceso de viento al momento de la manipulación puede generar una propagación de partículas de asbesto hacia el medio ambiente, lo cual pone en riesgo a la población local. Por ello es importante que todo el material esté embalado adecuadamente para evitar erosión eólica.
  - Lluvia: No manipular el material cuando exista este fenómeno.
- Hídrico: Dentro de la cripta no debe existir acumulación de agua previo a encarapitar el material. Si esto se diera, hay que extraer el agua previa a empezar con la disposición final.
- Edáfico: Todo el material que se utilice para limpieza de las unidades de transporte deberá ser encriptado. Si algún material con asbesto o contaminado con este cae al suelo, hay que extraerlo completamente y colocar una capa de tierra de 5 cm, para evitar contaminación.

### **3. PROPUESTA PARA REALIZAR EL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

#### **3.1. Descripción del proyecto**

La entidad AGROINSUMOS ACHÉ tiene como objetivo prestar el servicio de disposición final controlada y segura de productos (deteriorados o en desuso) con residuos de asbesto.

La actividad consiste en las siguientes fases: desmontaje, embalaje (encapsulamiento), manejo, transporte, recepción, tratamiento y disposición mediante el encriptamiento. El material será depositado en criptas debidamente construidas para evitar que estos desechos puedan generar efectos adversos al medio ambiente y a la salud humana, debidos a una mala disposición.

El proceso inicia con el desmontaje del material de asbesto; luego se hace el embalaje o encapsulamiento, el transporte y se concluye con la disposición final en las criptas.

Durante los procesos, es crucial tomar en cuenta cada una de las siguientes indicaciones para que el proyecto sea un éxito y no atente contra el medio ambiente ni contra la población local:

- Realizar pruebas de sangre y de pulmones al personal que estará involucrado en los procesos y que tendrá contacto con los materiales que contengan asbesto, para descartar cualquier tipo de contaminación previa.

- Construir un muro perimetral (bloc, madera o lámina) superior a 1,5 metros de altura en el área de desmontaje y en la de la disposición final del material.
- Contarse con un contenedor que dispondrá de duchas, casilleros y sanitarios, necesarios para el aseo. Este deberá ser diseñado con tres tuberías de plástico para conducir los desechos líquidos a los tanques. Estas serán de 1 100 l. Dos tuberías se utilizarán para aguas contaminadas de las duchas (aguas residuales industriales) y una para aguas ordinarias.
- Para el retiro de las aguas contaminadas, se contratarán los servicios de una empresa autorizada para el efecto.
- El contenedor se trasladará a cada edificación donde se realice el proceso de desmontaje de materiales con asbesto.
- Cuando se esté en los procesos de desmontaje y disposición en el área final, no se podrá realizar ninguna actividad sin la utilización de equipo de protección: braga tipo Tivek, guantes de nitrilo, protección ocular, respiradores de aire media cara con filtros mecánicos que abarquen boca y nariz, protección para la cabeza (casco) y calzado industrial.
- En el piso o suelo, ubicado justamente en la parte inferior de donde se realizará el desmontaje de material con asbesto, deberá aplicarse un sistema impermeabilizante. Este consistirá en la colocación de una lona o plástico con bordes, que recubra toda el área involucrada de la edificación, con el fin de atrapar todos los residuos sólidos y líquidos. Este impermeabilizante deberá ser instalado con bordes bien definidos para contener todo derrame líquido; al determinar la existencia de líquido sobre este impermeabilizante, se deberá absorber por medio de esponjas y se depositará en los tanques plásticos.
- Previo a iniciar con el desmontaje, deberá humedecerse el material con asbesto en su totalidad. Este proceso será realizado mediante una bomba

de mochila; posteriormente, esta se debe limpiar con esponja y agua y desechar este material dentro de las criptas junto con el material con asbesto.

- Para evitar accidentes por caídas, tanto en el proceso de desmontaje como de disposición final, deberán de implementarse líneas de vida. Por lo tanto, se proveerán arneses adecuados, así como de capacitación para su uso. Estos procesos deben supervisados por un profesional en la materia.
- Una vez desmontado el material con asbesto, deberá encapsularse en sacos de polietileno o plástico, sin triturarse, y con un recubrimiento o bolsa plástica para evitar contaminación al ambiente.
- Finalizado el proceso de encapsulamiento, depositar los sacos dentro del contenedor para trasladarlo hasta el área de disposición final.
- Cuando se termine con estos procesos, utilizar una aspiradora para eliminar toda partícula adherida a los trajes; ambos se desechan y se disponen dentro de las criptas.
- Los contenedores que trasladarán el material con asbesto deben cumplir condiciones óptimas.
- Los medios de transporte deberán contar con un botiquín para atender primeros auxilios, extintor y etiquetas visibles que indiquen el producto que transportan. Finalizada la descarga, los contenedores se limpiarán con esponja y agua para eliminar todo residuo de asbesto; al finalizar la limpieza, esta deberá disponerse dentro de las criptas.
- Las criptas o cuartos tendrán una altura de 6,00 m con una parte subterránea de 3 m y 3 ms sobre el nivel del suelo, con dimensiones de 10 m de largo y 5 m de ancho. Para la realización de los orificios, se debe contar con los servicios de una retroexcavadora. Las paredes se recubrirán con bloc de concreto de 0,10 m x 0,20 m x 0,40 m con refuerzo de hierro de ½ pulgada, con una fundición de concreto de 4 000 PSI para el piso y un refuerzo de hierro de ½”; se alisarán las paredes subterráneas

internas y en ambos sentidos, las paredes ubicadas sobre el nivel del suelo y el piso. Se colocará una fundición de 10 cm, la cual funcionará como techo en cada ocasión que se finalice el proceso de disposición, y al llegar a la altura máxima de cada cripta, se colocará una terraza de 30 cm de espesor para sellar completamente todo el material almacenado. Al llenar una cripta, se procederá a iniciar el proceso de construcción de la siguiente. Esta práctica se repetirá las veces que sean necesarias hasta encontrar una mejor alternativa para la disposición final del asbesto.

- El tratamiento se realizará de conformidad con los protocolos y normativas de seguridad internacionales, por medio del encapsulamiento de los materiales en criptas dentro de una fosa especial.

### **3.2. Resumen del instrumento ambiental**

El desarrollo de este instrumento ambiental surge porque, en la actualidad, Guatemala cuenta con una gran cantidad de materiales que contienen asbesto. Esto es el resultado de lo ocurrido después del terremoto de 1976, ya que se implementaron programas de desarrollo como construcciones habitacionales y centros educativos y los techos de estas instalaciones fueron construidos con duralita.

Después de hacer un análisis e investigación sobre la vida útil de estos materiales, se llega a la conclusión de que están en su etapa final de uso; en consecuencia, existe una fuerte demanda de una disposición final adecuada para mitigar los impactos en el ambiente y en el ser humano.

Al considerar el flujo de desechos que pueden resultar en la actualidad, el presente trabajo de estudio, basado en un instrumento ambiental, se plantea la alternativa de encapsular el material que contiene asbesto; esto, a través de la

construcción de criptas con las características y dimensiones ya descritas en numerales anteriores. Asimismo, se presentan los procesos para su desmontaje y disposición final, con base en los protocolos.

### **3.3. Síntesis general del proyecto**

Actualmente, el proyecto se encuentra en la etapa de planificación. Para el efecto se ha considerado una extensión de terreno de aproximadamente 13,2 manzanas, ubicado en el kilómetro 21, carretera que conduce de aldea Lo De Reyes hacia Aldea El Tizate, municipio de San Pedro Ayampuc, departamento de Guatemala.

En el estudio se consideran las fases de construcción, operación y abandono para el desmontaje, encapsulamiento, transporte y encriptamiento de materiales sólidos que contengan asbesto, tomando en cuenta todos los impactos negativos y positivos en cada una de las etapas que se plantean.

El objetivo del planteamiento de este estudio de impacto ambiental es evitar que materiales con asbesto (duralita) sean desechados en terrenos baldíos, ríos o barrancos. Con esto se estaría brindando una opción de disposición final viable para el medio ambiente y los seres humanos.

Es importante resaltar que, para la correcta recepción del material, cuando la empresa AGROINSUMOS ACHÉ no realice el proceso de desmontaje y disposición final de los materiales con asbesto, cualquiera que desarrolle esta actividad debe estar capacitado y cumplir con las normas y requerimientos establecidos para el manejo de estos materiales, de manera que no se causen daños al ambiente o a la salud humana.

### **3.4. Ubicación geográfica y área de influencia del proyecto**

Su ubicación geográfica es la siguiente:

- Coordenadas UTM: X= 15P 777890 Este; Y= 1630170 norte
- Coordenadas Geográficas: Longitud: 90°25' 09,21" O, Latitud: 14°43' 51,11" N

#### Área de Influencia Directa (AID)

Es el área de terreno donde se localizará el proyecto, que podrá ser utilizado por los potenciales usuarios, las vías de acceso y lo circundante a las criptas. Esto considera un radio no mayor de 2 km. Cabe destacar que no existen viviendas colindantes.

#### Área de influencia indirecta (AII)

Considera el entorno físico, biológico y socioeconómico del sector. Se determina que la influencia indirecta será el municipio de San Pedro Ayampuc y lugares aledaños.

### **3.5. Ubicación político-administrativa**

El municipio de San Pedro Ayampuc cuenta con buena presencia institucional, entre las cuales se puede mencionar el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social y el Ministerio de Educación. Por otra parte, en el municipio funcionan algunas organizaciones no gubernamentales que dan soporte a la población de escasos recursos en distintas áreas del desarrollo.

- **Funcionamiento del Gobierno municipal**

La administración local del municipio corresponde exclusivamente a la municipalidad. El Concejo Municipal está integrado por un alcalde, cinco concejales y dos síndicos. La participación de la mujer en este ente es limitada, ya que solamente una fue electa en el último proceso electoral.

Al Concejo Municipal le corresponde ejercer el gobierno del municipio, velando por la integridad de su patrimonio para garantizar los intereses de sus habitantes. Le corresponde con exclusividad ejercer el gobierno del municipio, velar por la integridad de su patrimonio, garantizar sus intereses con base en los valores, cultura y necesidades planteadas por los vecinos, conforme a la disponibilidad de recursos. Finalmente, es el encargado de tomar las decisiones para el desarrollo del municipio y el bien común de la población.

El alcalde municipal es la máxima autoridad del municipio y su obligación es hacer cumplir las ordenanzas, reglamentos, acuerdos, resoluciones y demás disposiciones del Concejo Municipal.

### **3.6. Justificación técnica y sus alternativas**

Se localizó información proporcionada en 1,989 por el Director de Medicina de Trabajo de la Universidad de San Carlos de Guatemala, quien, en ese entonces, manifestó que en la zona de Villa Nueva (Guatemala), donde se localiza la fábrica Duralita, podría haber problemas de salud, ya que aparentemente no hay muchas precauciones de seguridad.<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup> ARRIAGA, Heriberto. *El asbesto en Costa Rica y América Central*. p.4.

Igualmente se sabe de casos de cáncer en trabajadores de fricciones, por análisis de esputo en los cuales se han encontrado cuerpos de asbesto. Sin embargo, no hay casos documentados y los mayores problemas se presentan en fábricas de frenos y otras pequeñas.<sup>11</sup>

No se encontró información documentada de los últimos diez años acerca de las industrias que continúan utilizando asbesto en Guatemala, aunque algunos productos contienen asbesto o amianto como las planchas para techos de cemento-asbesto, conocidas como Duralita; tuberías para canalización de agua y desagüe; tanques para depósito de agua, pisos de vinilo, trajes para bomberos, guantes para el horno, forros de tablas para planchar, tostadoras, planchas eléctricas, quemadores de cocina a gas y filtros para elaboración de vinos, cuyos fabricantes niegan que contengan fibras de asbesto.

### 3.7. Área estimada del proyecto

El terreno dispone de 21 000 metros cuadrados de área total para desarrollar el proyecto, para la que se propone una distribución eficiente de la siguiente forma:

Tabla IV. **Distribución proyectada por área cuadrada útil**

<b>Descripción</b>	<b>Metros</b>
Área de ocupación del proyecto.	4 000 m <sup>2</sup>
Área de cada cripta por perforar, en metros cúbicos.	300 m <sup>2</sup>
Área total para disposiciones finales.	2 500 m <sup>2</sup>
Área para patio de maniobras y parqueo administrativo.	1 500 m <sup>2</sup>

Fuente: elaboración propia.

<sup>11</sup> FLORES, Edelin. *Incumplimiento del convenio 162 de la organización internacional del trabajo sobre la utilización del asbesto en condiciones de seguridad en Guatemala*. p. 34.

### **3.8. Actividades de cada fase de desarrollo del proyecto y tiempos de ejecución**

- Fase de construcción

Previo a iniciar los trabajos para la construcción de las criptas, se deberán tomar las siguientes consideraciones:

- Elaborar una bodega para almacenar los materiales de construcción, específicamente de tipo perecedero (cemento, cal, entre otros), y todos los materiales necesarios para la obra, en calidad y cantidad, para evitar atrasos.
- Almacenar el hierro bajo techo y evitar que tenga contacto con la humedad.
- Ubicar los materiales de patio en un área libre de contaminación.
- El contratista debe brindar equipos de protección a los trabajadores.
- Cumplir con las especificaciones del diseño.
- El supervisor de la obra definirá criterios ante cualquier discrepancia relacionada con las normas.
- El contratista debe ceñirse al plan de trabajo y diseños, actualizándolos cada vez que se dieran modificaciones aplicables; asimismo, considerar las medidas correspondientes para el cumplimiento de los tiempos.
- El material que se origine del movimiento de tierras debe depositarse en un área adecuada, sin que entorpezca la libre locomoción, tanto dentro como fuera del proyecto. El 100 % de este material permanecerá dentro de la propiedad y su disposición final será con el fin de nivelar las partes del terreno que lo ameriten.

- Fase de operaciones
  - Desmontaje de material con asbesto.
  - Embalaje o encapsulamiento.
  - Colocar cartón, papel u otro material en las esquinas de las láminas para evitar que sea dañado el embalaje del encapsulamiento.
  - Utilizar rollos tubulares de nailon negro de calibre 12, donde se depositarán las láminas. Para facilitar el trabajo disponer paquetes de dos o tres láminas o calcular un peso aproximado de 150 libras para que al momento del traslado sean manipulables y no causen percance a los trabajadores.
  - Sellar herméticamente, dejando una cantidad de nailon considerable en las orillas y utilizar cinchos plásticos.
  - Si el material se encuentra roto o quebrado, se colocará en sacos de polietileno y estos dentro de una bolsa plástica para su fácil transporte.
  
- Transporte
  - La velocidad permisible en los caminos de terracería no será mayor a 25 km/h para evitar el levantamiento de partículas en suspensión.
  - La descarga se realizará de manera manual; se considerarán dos operarios, dos personas que reciben el material y dos que lo acomodan en las criptas.
  - Para evitar fatiga de los trabajadores, estos deben rotar continuamente.
  - Se proporcionarán descansos oportunos a los trabajadores, ya que la utilización de trajes y máscaras provocan desgaste de energía.

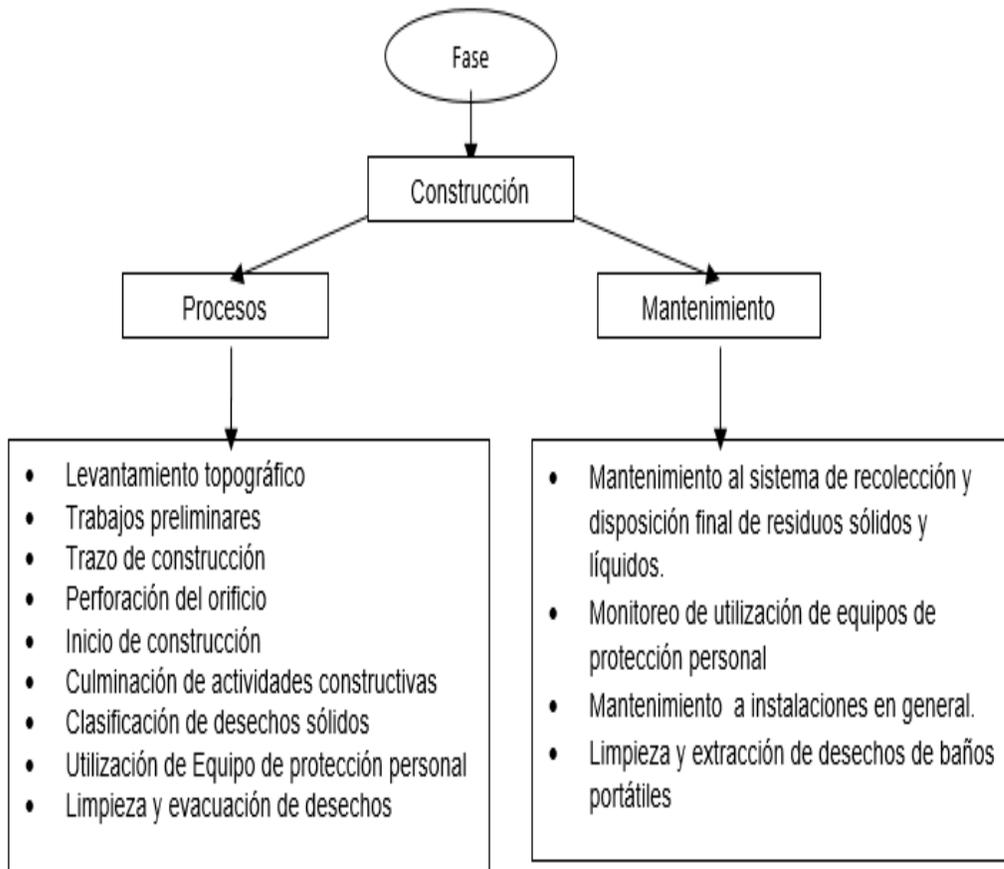
- Disposición final a través del encriptamiento
  - Una vez terminado el acomodamiento de las láminas en las criptas, se debe aplicar selecto o tierra con 7 cm de espesor para llenar espacios vacíos y asegurar que material no se escape.
  - Realizar la mezcla con cal, cemento y agua; luego, aplicar generando una capa impermeable que impida la infiltración de agua o escape de material.
  - Cuando se haya finalizado con la encriptación, se debe colocar una loza o terraza de concreto (de 10 a 15 cm de espesor) y electromalla para dejar el material completamente sellado.

Es importante mencionar que la empresa AGROINSUMOS ACHÉ se compromete a realizar informes del funcionamiento de los procesos para la disposición de los materiales ante el MARN, cada doce meses.

### **3.8.1. Flujograma de actividades**

En la figura 8 se detalla el flujograma de actividades.

Figura 8. **Actividades durante la fase de construcción**



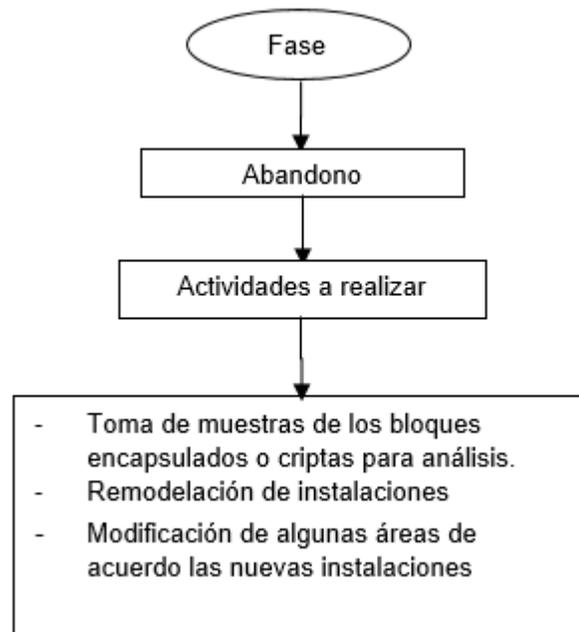
Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word 2019.

Figura 9. **Actividades durante la fase de operación**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word 2019.

Figura 10. **Actividades durante la fase de abandono**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word 2019.

### **3.9. Servicios básicos**

A continuación, se detallan los servicios básicos.

#### **3.9.1. Abastecimiento de agua**

En el área de influencia del proyecto no se cuenta con distribución de agua municipal; para el efecto de abastecimiento, se utilizará un pozo artesanal que posee el terreno.

El almacenamiento de agua será en un tanque Rotoplás con capacidad de 2 500 litros, este líquido servirá para:

- Humedecer el material previo a encapsularlo
- Proceso de construcción de la losa
- Abastecer la ducha industrial
- Lavado

El agua que resulte del aseo personal se desechará como aguas residuales industriales peligrosas; esto, a través de una empresa certificada.

Por otro lado, considerar:

- El agua de pozo no es apta para consumo humano; se debe disponer de agua embotellada en el lugar de la obra.
- Contar con servicios sanitarios portátiles, los cuales deben recibir mantenimiento constante por parte de la empresa proveedora.

### **3.9.2. Drenaje de aguas servidas y pluviales**

En el área de influencia del proyecto no se cuenta con drenajes municipales que permitan canalizar las aguas; en tal sentido, para evacuar el agua adecuadamente del terreno, sin perjudicar la construcción, se harán canales o cunetas que permitan que el agua pluvial se encauce por su recorrido habitual, considerando las medidas de mitigación que no afecten al entorno.

### **3.9.3. Energía eléctrica**

Los trabajos se realizarán en horario diurno en todas las etapas del proceso de disposición final de material con asbesto; en consecuencia, no se requerirá del servicio de energía eléctrica.

### 3.9.4. Vías de acceso

Con la localización georreferencial, utilizando la plataforma de Google Maps, se puede incluir la carretera GUA-15 como vía principal de acceso y retorno.

Figura 11. Vías de acceso a San Pedro Ayampuc



Fuente: Google Maps. *Ubicación de San Pedro Ayampuc.*

<https://www.google.com/maps/place/San+Pedro+Ayampuc/@14.7740654,-90.4597849,5257m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x85899a7412f015eb:0x5e126ef6825174b2!8m2!3d14.7764462!4d-90.4537748>. Consulta: marzo 2019.

### 3.9.5. Transporte público

En el área de influencia del proyecto existe el servicio de transporte, el cual se presta de la siguiente manera:

- Ciudad de Guatemala-municipio San Pedro Ayampuc y viceversa, transporte extraurbano.
- Municipio de San Pedro Ayampuc-aldeas El Tizate y Carrizal y viceversa, transporte extraurbano (Guatemala-cabecera municipal), microbuses, moto taxis, picops.

La frecuencia del servicio es en lapsos de 15 minutos.

### 3.9.6. Mano de obra

La empresa, previo a hacer contrataciones, desarrollará un análisis de personal para las distintas etapas del proyecto; los operativos pueden ser locales.

Tabla V. **Personal necesario para elaborar el proyecto**

<b>Etapas del proyecto</b>	<b>Puesto asignado</b>	<b>Cantidad requerida</b>
Planificación	Cadenero	1
	Ingeniero	1
Construcción	Albañil	3
	Ayudante de albañil	3
	Encargado de obra	1
	Operador de maquinaria pesada	1
	Encargado de mantenimiento	1
Operación	Supervisor	1
	Operario	10
	TOTAL	22

Fuente: elaboración propia, AGROINSUMOS ACHÉ, utilizando Microsoft Word 2019.

El número de empleados puede variar, lo cual dependerá de la demanda del servicio para la disposición final de productos o materiales que contengan asbesto.

### **3.9.7. Campamentos**

No será necesaria la implementación de campamentos debido a la ubicación geográfica del proyecto, que permite la contratación de mano de obra no calificada local; por otro lado, la calificada, por la cercanía a la ciudad, tiene la opción de viajar.

### **3.9.8. Materia prima que se utilizará**

Para la obra gris se utilizará:

- Cemento tipo Portland
- Arena de río
- Piedrín
- Madera para tablas y parales
- Cal hidratada
- Agua
- Bloc
- Acero estructural de diferentes diámetros

Los que apliquen, deberán cumplir con lo establecido en las normas de la *American Association State of Highway and Transportation* (AASHTO), la *American Society for Testing Materials* (ASTM) y la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR).

Por otro lado, todo aquel material que presenta anomalías o esté mezclado con material nocivo, se considerará defectuoso y deberá ser reemplazado o corregido, toda vez se tengan las autorizaciones correspondientes del constructor y del supervisor.

### **3.9.9. Manejo y disposición final de desechos**

El método de trabajo y las técnicas de retiro de materiales y residuos de asbesto de baja densidad se eligen con base en los siguientes criterios:

- Limitar al máximo la emisión y la exposición de los trabajadores a las fibras y el polvo de asbesto durante las operaciones de retiro y limpieza.
- Eliminar la dispersión de las fibras y polvo en el ambiente para evitar una mayor contaminación.
- Reducir a un nivel aceptable la carga física de los trabajadores, según la dificultad y la dureza de este tipo de trabajo.
- Facilitar el retiro y evacuación de los residuos o de los materiales con asbesto.

Con base en las referencias internacionales, tales como la Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de los riesgos relacionados con la Exposición al Amianto 2006, publicada por el Ministerio de Trabajo e Inmigración de España, a continuación, se presentan unas de las principales técnicas disponibles para el retiro de residuos de asbesto en fibra y polvo, y que se aplican en orden secuencial:

- Técnica de confinamiento: Consiste en crear barreras físicas entre el residuo o material que contiene asbesto y el área exterior como otras estructuras o los habitantes de un edificio. Como barreras físicas,

pueden utilizarse láminas de plástico, geomembranas, paneles, etc.; en general, materiales impermeables, no porosos y fácilmente lavables.

- Técnica de estabilización: Consiste en aplicar, mediante proyección aerográfica, regado o inyección, una sustancia líquida (en el caso más sencillo, agua), o un material elastómero (polímero de comportamiento elástico, como neopreno o poliuretano), sobre el material (residuo) de asbesto para reducir la posibilidad de liberar fibras o polvo en el ambiente. Esto se consigue creando una membrana sobre la superficie o penetrando en el material y ligando los componentes.
- Técnica de eliminación: Consiste en retirar o dismantelar de manera definitiva los materiales o residuos, adoptando los procedimientos de trabajo que garanticen una mínima emisión de fibras y su salida al exterior. Dentro de estos procedimientos se encuentra el cierre de las entradas de aire, la instalación de los túneles de acceso a la zona de manipulación y retiro, y la puesta a depresión de la zona de trabajo.

### **3.10. Marco legal jurídico**

A continuación, se presenta el marco legal aplicable para el proyecto y sus consideraciones por parte de la empresa AGROINSUMOS ACHÉ, como responsable.

Tabla VI. **Matriz de las referencias legales influyentes en el proyecto**

<b>Decreto o Ley</b>	<b>Artículo o referencia</b>
Constitución política de la República	Artículo 93
	Artículo 97
Código Penal	Artículo 347 "A"
	Artículo 347 "B"
Código de Salud, Decreto 90-97	Artículo 1
	Artículo 41
	Artículo 43
Código Civil	Artículo 68
	Artículo 465
	Artículo 466
Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (Decreto 68-86)	Ministerio de ambiente y Recursos Naturales.
Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (Decreto 1-93)	Artículo 8
Acuerdo Gubernativo 431-2007, Reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental.	Artículo 1
	Artículo 2
	Artículo 6
	Artículo 11
	Artículo 12
	Artículo 27
	Artículo 28
	Artículo 38
Artículo 39	
Convención 162 de la OIT	Cuerpo completo del documento.

Fuente: elaboración propia. Utilizando Microsoft Word 2019.

### **3.11. Inversión del proyecto**

Se necesitan evaluar diferentes aspectos de forma anticipada para determinar si un proyecto de tales dimensiones podría ofrecer la respuesta

necesaria a la demanda nacional para el manejo adecuado, traslado y disposiciones finales del asbesto y sus derivados.

No obstante, el criterio y la selección de la inversión en el proyecto planteado por el investigador determinará la ruta inicial para evaluar la viabilidad, sin embargo, aunque los costos serán lo más apegados los reales, podrían variar.

Tabla VII. **Riesgos asociados al proyecto**

<b>Tipo de riesgo</b>	<b>ITEM</b>	<b>Descripción</b>
RIESGO COMERCIAL	Ingresos operativos difieren de los esperados.	La demanda del proyecto es menor o mayor que la proyectada.
		La imposibilidad de cobrar tarifas, tasas por la prestación del servicio y evasión de estas.
RIESGOS DURANTE LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	Estos riesgos están asociados con la probabilidad del incremento del costo de la inversión de los insumos, las cantidades de obra y el aumento en el plazo de ejecución.	La variación entre cualquier estimación previa y lo efectivamente requerido en cuanto a las cantidades de obra que resulten necesarias para la consecución de los resultados previstos para las obras de construcción.
		Cualquier afectación (incluyendo los costos y los plazos de ejecución) de las obras de construcción que se derive de las condiciones ambientales, geológicas, climáticas o pluviométricas que puedan ocurrir durante la ejecución del contrato.
		La variación en los precios de mercado de los insumos necesarios para ejecutar las obras de construcción, incluido el valor de los equipos, sistemas y programas requeridos.
		Inestabilidad de la obra.

Continuación de la tabla VII.

RIESGO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Estos riesgos se refieren a las variaciones de costos y disponibilidad de insumos, entre otros, necesarios para que se verifiquen los parámetros de desempeño especificados.	La variación en los precios de mercado de los insumos necesarios para actividades de mantenimiento
		La variación de los precios de la mano de obra, insumos, bienes, equipos, servicios o cualquier otro recurso necesario para la prestación de los servicios relacionados.
		Sobrecostos
RIESGO DE REDES DE SERVICIOS PÚBLICOS	Servicios públicos	Sobrecostos por interferencia de redes de servicios públicos
		Gestión y costo de permisos de las redes de servicios públicos.
		Disponibilidad de redes de servicios públicos para ejecución de las obras
		Costos ociosos de la mayor permanencia en obra que puedan llegar a causarse por demora en el traslado de insumos y materiales
RIESGO FINANCIERO	El riesgo de consecución de financiación	El riesgo de las condiciones financieras (plazos, tasas, comisiones)
		El riesgo de demora en el pago de las vigencias
RIESGO AMBIENTAL Y TECNOLÓGICO	Los riesgos ambientales y sociales consisten en los efectos sobre el proyecto de situaciones que lo puedan afectar en su ejecución, relacionados con las obligaciones que emanan de las licencias ambientales, de los planes de manejo ambiental, de las condiciones ambientales, ecológicas o sociales exigidas y de evolución de las tasas retributivas y de uso del agua.	

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word 2019.

Los riesgos asociados con el proyecto están considerados sobre actores que podrían influir directa o indirectamente; algunos pueden ser predecibles y otras variables no cuantificables podrían afectar la ejecución, especialmente el factor monetario al no cuantificar el tiempo de análisis financiero, la sobreestimación de recursos para iniciar operaciones y los contratos con

empresas externas a AGROINSUMOS ACHÉ; lo anterior, podría marcar pérdidas financieras.

- El proyecto propuesto se dividirá en tres etapas diferentes:
  - Etapa de preconstrucción; la cual tendrá una duración estimada de 12 meses, contados a partir de la aprobación del financiamiento y trámites administrativos.
  - Etapa de construcción; la cual tendrá una duración estimada de 18 meses, contados a partir de la ejecución inicial del presupuesto asignado por medio de los préstamos externos, debidamente aprobado por las autoridades correspondientes.
  - Etapa de administración; la cual tendrá una duración estimada de 120 meses. Su inicio será paralelo al comienzo de la etapa de construcción.

Tabla VIII. **Etapas financieras del proyecto, empleando el flujo de caja preliminar**

<b>FLUJO DE CAJA PRELIMINAR</b>				
<b>Ejecución por cuenta y riesgo de AGROINSUMOS ACHÉ, para el diseño, construcción, administración, operación, mantenimiento, financiación y proyecto para el uso del terreno en San Pedro Ayampuc, habilitándolo para el manejo final de productos de asbesto y derivados.</b>				
			Duración	Monto total
<b>Preconstrucción</b>	Diseño	Q500 000,00	1 año	Q500 000,00
	Financiación			
<b>Construcción</b>	Construcción	Q75 000,00	2 años	Q900 000,00
	Equipamiento			
<b>Etapa de administración</b>	Operación	Q75 000,00	12 años	Q900 000,00
	Mantenimiento			
	Prestación de servicios			
<b>IMPUESTOS</b>		12 %		Q168 000,00
			<b>TOTAL</b>	Q1 568 000,00
<b>Capacidad estimada</b>		3 593 intereses		
<b>Plazo de la concesión</b>		25 años		

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word 2019.

Las estimaciones del flujo de caja preliminar dependerán directamente de los riesgos descritos en la tabla superior. No se podrá garantizar la ejecución, la implementación y el aseguramiento de la calidad, sin antes obtener el visto bueno de la junta directiva de AGROINSUMOS ACHÉ, quienes serán los responsables de validar los datos consignados en el presente trabajo de investigación.

### **3.12. Descripción del ambiente físico**

Cuando se elabora un proyecto relacionado al uso y empleo del asbesto se deben evaluar diferentes aspectos físicos del entorno.

#### **3.12.1. Geología**

La composición de la tierra permitirá determinar cuánto podría ser la proporción adecuada del material de aporte y la base principal del asbesto.

##### **3.12.1.1. Aspectos geológicos regionales**

Guatemala está ubicada en la parte norte de América Central, conformada por los bloques tectónicos Maya al norte, y Chortís, al sur, cuyo límite está definido por una zona de fallas transcurrentes de movimiento lateral izquierdo denominadas Polochic y Motagua.

La superficie de Guatemala, geológicamente, está modelada por la unión triple de placas tectónicas (Placa de Cocos, Placa del Caribe y Placa de Norteamérica).

### 3.12.1.2. Aspectos geológicos locales

La Ciudad de Guatemala constituye un graben o fosa tectónica, que se encuentra limitada por el *horst* o pilar tectónico de Santa Catarina Pinula al este y el *horst* de Mixco al oeste. Estas estructuras han originado fallas de rumbo norte-sur, que han afectado principalmente a las rocas volcánicas terciarias, rellenadas por materiales piroclásticos, y han originado un relieve suave donde se han establecido desarrollos urbanos.

Los pilares tectónicos también han originado la erosión de las partes altas y el depósito de sedimentos en las partes bajas, lo cual formó los abanicos aluviales como el del río Villalobos. Las rocas metamórficas se presentan al norte del departamento de Guatemala y pertenecen al Grupo Chuacús, la Formación San Diego y la Formación El Tambor.

Las rocas intrusivas afloran al norte, en San Raimundo, San Antonio Las Flores y San Pedro Ayampuc; principalmente granitos y dioritas. Los carbonatos se presentan al norte de Ciudad Guatemala (zonas 6 y 18) y están compuestas por una secuencia espesa de calizas y dolomías cretácicas. Las rocas clásticas afloran al norte de la Falla del Motagua y están representadas por conglomerados, areniscas y lutitas.

Las rocas volcánicas antiguas son andesitas, riolitas y dacitas, que afloran en los costados de Ciudad Guatemala, al este en Santa Catarina Pinula; al oeste en Mixco y Villa Nueva; y al sur en Villa Canales y Lago de Amatitlán. Las rocas volcánicas recientes son principalmente flujos de basaltos con algunas cúpulas de andesitas y dacitas, que se presentan al sur del área, producto del Volcán de Pacaya, que, además originó los flujos piroclásticos constituidos por

tobas y depósitos de pómez que rellenaron parte del graben de Ciudad Guatemala.

Figura 12. **Geología local**



Fuente: Google Maps, *Aldea la Lagunilla, San Pedro Ayampuc*.  
<https://www.google.com/maps/search/san+pedro+ayampuc+mapa+geologico/@14.7778284,-90.4647303,4646m/data=!3m1!1e3>. Consulta: marzo 2019.

### **3.12.1.3. Análisis estructural y evaluación geológica**

Después del análisis geológico regional y local, se determina que el área de influencia del proyecto está formada por rocas ígneas como granito, andesitas y piroclastos de pómez, que afloran al noreste de la Ciudad de Guatemala; considerando este aspecto geológico, se determina que el lugar

donde se hará la disposición final de asbesto presenta condiciones geológicas que no afectarían. Por otro lado, esta región está afectada por la falla geológica denominada de Jalpatagua.

#### **3.12.1.4. Caracterización geotécnica**

El área de influencia del proyecto no es susceptible a procesos de erosión, deslaves o derrumbes; esto, por las características del terreno, el cual, no posee pendientes pronunciadas.

Figura 13. **Terreno propuesto para el proyecto**



Fuente: elaboración propia, utilizando Photoshop 2019.

Figura 14. **Fotografía de sur a norte en terreno propuesto**



Fuente: elaboración propia, utilizando Photoshop 2019.

#### **3.12.1.5. Mapa geológico del área y área de influencia directa**

Se podrán emplear diferentes técnicas y herramientas para establecer el mapa geológico que presente mayores beneficios rentables con la ejecución de un proyecto nuevo, dentro del mapa se pueden emplear técnicas de mapeo de áreas que permita establecer el área de influencia accesible y con menor impacto ambiental hacia el futuro proyecto.

#### **3.12.2. Geomorfología**

Con base en el Mapa Fisiográfico y Geomorfológico de la República de Guatemala (MAGA, 2001), el área del proyecto se encuentra dentro de la Región Fisiográfica denominada Depresión del Motagua.

El lugar donde funcionará este proyecto se considera geomorfológicamente como una planicie con formas caracterizadas por valles

ligeramente onduladas en el área de estudio que va de uno a dos grados de gradiente en su parte más pronunciada al Noroeste del terreno.

### **3.12.3. Suelo**

El proyecto está influenciado por la altiplanicie central, que se caracteriza por tener pendientes escarpadas y suelos poco profundos.

De acuerdo con el mapa fisiográfico-morfológico del MAGA, el municipio de San Pedro Ayampuc está localizado en la sección de tierras cristalinas, correspondiente al paisaje de colinas talladas y plegadas de Chuarrancho Sanarate. En cuanto a la morfología del municipio, según datos obtenidos del Sistema Nacional de Información Territorial (SINIT), el municipio no cuenta con valles, pues la totalidad de su territorio es área de montaña, lo cual indica que los suelos son de vocación forestal.

### **3.12.4. Clima**

Para el área de influencia del proyecto la temperatura media anual corresponde a 19,2 °C, la humedad relativa es de 81,3 %, la precipitación normal anual es de 1 274,1 mm; los meses más lluviosos son junio (263 mm) y septiembre (233,8 mm) y, los más secos, diciembre, enero, febrero y marzo, con menos de 8 mm.

En el municipio de San Pedro Ayampuc se registra una temperatura promedio de 25 °C y una precipitación en un rango entre 700 mm y 1 000 mm de agua anualmente (INSIVHUME).

### **3.12.5. Hidrología**

Los aspectos relacionados al uso y empleo del agua dentro de los proyectos deberán ser considerados con especial atención para no utilizar este recurso de forma irresponsable.

#### **3.12.5.1. Aguas superficiales y subterráneas**

Respecto a las aguas superficiales en el municipio de San Pedro Ayampuc, recorren los siguientes ríos: Del Javillal, El Aguacate, El Naranja, Las Vacas, Mogollón, Los Achiotes, Los Suretes, Los Vados y Quixal; y las quebradas: Colorada, El Coyolar, El Pistún, Los Limones, De Agua, El Chalum, Grande, Piedra Santa, Del Ixchoque, El Júcaro, La Barranca, Poza del Coyote, Del Jutillo, El Jute, La Laguna, San Antonio, Del Limón, El Pajote, Las Cureñas, Seca, Del Tigre, El Pinalito y Los Hornitos.

El abastecimiento de los lugares poblados se realiza por medio de pozos mecánicos; práctica que ha aumentado en los últimos años.

#### **3.12.5.2. Calidad del agua**

El agua superficial que recorre el municipio de San Pedro Ayampuc no es apta para consumo humano, debido a los niveles de contaminación de las cuencas hidrológicas.

### 3.12.5.3. Caudales (máximos, mínimos y promedio)

No existen cuerpos de agua superficiales aledaños al área del proyecto que se vieran afectados por este.

### 3.12.5.4. Cotas de inundación

De acuerdo con los datos históricos y de evaluación de campo, se determina que no han ocurrido inundaciones en el área de influencia del proyecto; esto se debe a la geografía del terreno.

Figura 15. **Vista área del terreno**



Fuente: Google Maps 2019. *Terreno necesario para el proyecto de influencia.*  
<https://www.google.com/maps/place/Santiago+Sacatep%C3%A9quez/@14.6354329,-90.692579,14z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x85890b5fccf90581:0x5ef2fa5077f166eb!8m2!3d14.637392!4d-90.6796767>. Consulta: marzo 2019.

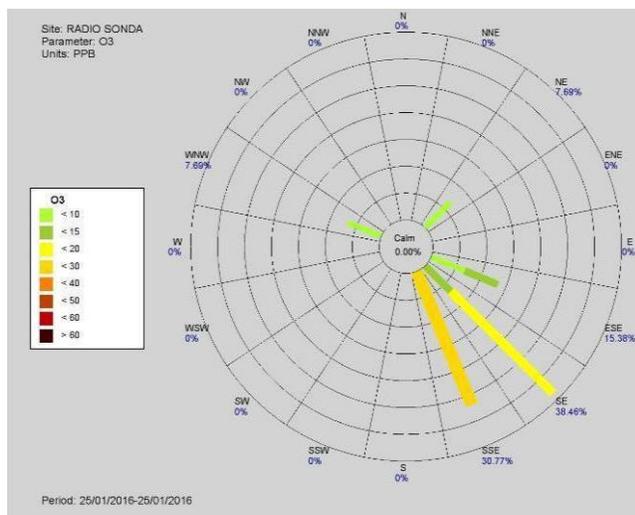
### 3.12.5.5. Corrientes, marea y oleaje

De acuerdo con los datos históricos y de evaluación de campo, se determina que no han ocurrido corrientadas en el área de influencia del proyecto; esto se debe a la geografía del terreno.

### 3.12.6. Calidad del aire

Durante la ejecución del proyecto se generarán partículas en suspensión debido al movimiento de tierras, la construcción de las criptas y el acomodamiento del material con asbesto. Estas pueden ocasionar inconvenientes al ser humano; para minimizar los impactos negativos, se implementarán las medidas descritas en los numerales 2.4.3, 3.1 y 3.8. Estas acciones permitirán mantener la calidad del aire del área de influencia.

Figura 16. **Comportamiento de la calidad del aire en la zona de influencia**



Fuente: elaboración propia, con información del boletín INSIVUMEH de fecha 25 de enero 2016.

### **3.12.6.1. Ruido y vibraciones**

Durante la ejecución del proyecto y disposición final del material con asbesto, se producirán ruidos y vibraciones; estos son provocados por las máquinas que harán el movimiento de tierra en la construcción de las criptas y en el desmontaje del material. De acuerdo con el análisis, no afectará a los habitantes, considerando que en el área de influencia no hay viviendas. Asimismo, se indica que estos factores no se producirán con frecuencia, con base en las siguientes consideraciones:

- El movimiento de tierras no representa un volumen grande.
- La frecuencia del transporte de materiales será de dos veces por semana y su circulación será diurna.
- Se limitará el uso de las bocinas.

### **3.12.6.2. Olores**

Se dispondrá de letrinas para para las necesidades fisiológicas de los trabajadores; esto durante la ejecución del proyecto, con el objetivo de minimizar impactos al ambiente. Asimismo, la empresa encargada tendrá la responsabilidad de limpiarlos dos veces por semana para evitar la acumulación de desechos.

### **3.12.6.3. Fuentes de radiación**

No se generarán exposición o fuentes de radiación.

### **3.12.7. Amenazas naturales**

Son aquellos fenómenos naturales que se convierten en amenazas cuando afectan la vida y los bienes o la infraestructura. Estas son difíciles de predecir, pero se pueden considerar medidas de mitigación tanto preventivas como correctivas para minimizar daños.

#### **3.12.7.1. Amenaza sísmica**

Guatemala es un país con actividad sísmica. La ciudad ha sido azotada históricamente por terremotos; el último, en el año de 1976, registró una magnitud de 7,5 grados en escala de Richter y afectó a casi todo el país.

Para el área de influencia del proyecto se tiene incidencia de la falla Motagua-Polochic, con aceleraciones sísmicas esperadas para un período de retorno de 50 años, promedio, entre sucesos (terremotos).

Con base en la sismicidad de la región, se considera lo siguiente:

- Normas de construcción
- Construcción de columnas y losas antisísmicas
- Material de calidad

#### **3.12.7.2. Amenaza volcánica**

La amenaza volcánica es la probabilidad de que un volcán entre en erupción y que pueda afectar un área determinada. Las erupciones dan lugar a la expulsión de diferentes materiales alrededor del edificio volcánico. Entre los más comunes están los piroclásticos y las lavas que pueden ser viscosas y

fluidas. El material piroclástico puede ser expulsado por erupciones explosivas o efusivas. Al ser expulsado violentamente por el cráter, presenta bloques angulosos, fábrica poco sorteada, no cementado, por lo que da lugar a deslizamientos en masa y avalanchas cerca del edificio volcánico. No obstante, las amenazas más comunes relacionadas con el vulcanismo son los flujos de lava y gases tóxicos.

Guatemala se encuentra sometida a amenaza volcánica por una concentración de volcanes (cordillera volcánica) que se distribuyen de forma paralela en la costa sur, formada de 32 conos volcánicos del Terciario-Cuaternario, localizados desde Jutiapa hasta San Marcos; de ellos, solamente tres están activos actualmente (Pacaya, Fuego y Santiaguito).

Si se considera el esquema de la cadena volcánica, el área de influencia del proyecto no se vería afectada directamente; únicamente se puede dar, en su momento, cuando existan erupciones, la caída de ceniza y esto dependerá de la orientación del viento.

### **3.12.7.3. Movimientos en masa**

Son desplazamientos de grandes volúmenes de material a lo largo de pendientes. Se pueden dividir en deslizamientos y soliflucción. Los deslizamientos son materiales con descenso masivo y relativamente rápido sobre un plano de cizalla que facilita la acción de la gravedad; puede afectar al suelo poco compacto y a rocas. La soliflucción o flujo de suelo consiste en una masa de fango que se desplaza sobre un basamento estable; solamente afecta a materiales arcillo-arenosos debido al exceso de agua entre los intersticios de los granos y por el efecto de la gravedad. Están estrechamente relacionados con las precipitaciones pluviales altas y a la pobre vegetación.

Al tomar en cuenta la ubicación del proyecto, se estima que la probabilidad de deslizamientos en masa es muy baja (casi nula), ya que las criptas serán construidas en la zona plana del terreno y en sus alrededores se presenta vegetación. El tipo de suelo es franco-arenoso y los terrenos de los alrededores presentan una superficie ondulada, con una pendiente, en promedio, del 5 %.

#### **3.12.7.4. Erosión**

Se conoce como erosión a los procesos fisicoquímicos que desgastan y destruyen las rocas y suelos que afloran en la superficie de la tierra. La lluvia, el viento, la temperatura, la gravedad, la vida vegetal y animal son los factores más constantes que afectan la superficie de la tierra. El proceso de erosión se acelera en la medida que el ser humano ejerce la denudación del suelo por medio de explotación de los bosques, el avance agrícola, la expansión de ciudades y la construcción de carreteras. En esas condiciones el suelo pierde la capacidad de conservación de humedad y añade sedimentos a las corrientes de agua. Sin la intervención humana, las pérdidas de suelo por erosión serían compensadas por la formación de nuevos suelos.

Según este contexto, se puede indicar que, en el área de influencia del proyecto el proceso acelerado de erosión no existe; asimismo, la susceptibilidad a fenómenos de erosión lineal o laminar son relativamente inexistentes. Por otro lado, la amenaza a procesos de erosión natural está en función del cambio de uso de la tierra del lugar, la cual aumenta aceleradamente debido al avance desmedido y sin control alguno de la frontera agrícola, producto de la actividad humana, factor que no afecta directamente al proyecto.

#### **3.12.7.5. Inundaciones**

Es un evento natural y recurrente que se produce como resultado de lluvias intensas y continuas que, al sobrepasar la capacidad de los cauces, produce desbordamientos e inunda grandes extensiones. En el recorrido de campo se pudo observar que en el sector no se encuentran señales de ser un área susceptible a inundaciones.

#### **3.12.7.6. Susceptibilidad**

El terreno que se utilizará para el proyecto se encuentra en un área con nula susceptibilidad a derrumbes, deslaves, movimientos de masas y otros; sin embargo, existe el riesgo latente a eventos sísmicos y climáticos, por lo que se incluye en el presente estudio un Plan de Contingencias que considera estos aspectos.

### **3.13. Descripción del ambiente biótico**

Se pueden incluir todos los aspectos relacionados con el ecosistema del entorno donde se podría desarrollar un nuevo proyecto.

#### **3.13.1. Flora**

El proyecto se localizará en la zona de vida vegetal denominada Bosque húmedo subtropical (templado). Los terrenos son de relieve ondulado a accidentado y escarpado. Se pueden encontrar zonas boscosas con más de 50 años de antecedentes históricos. Con la implementación del proyecto, se utilizarán todas las herramientas necesarias que garantizarán el cuidado y preservación de su medio circundante.

### **3.13.1.1. Especies amenazadas o en peligro de extinción**

En el área del proyecto no existen especies amenazadas, endémicas o en peligro de extinción; únicamente ha sido utilizada para el pastoreo y cultivo agrícola.

### **3.13.1.2. Especies indicadoras**

En el área no existen especies indicadoras de flora muy relevantes comercialmente, para uso científico o especies de interés que estén sujetas a monitoreo ambiental para su estudio. Únicamente se identifican *Pinus oocarpa* (pino), *Quercus spp* (ENCINO) y *Byrsonima crassifolia* (NANCE).

### **3.13.2. Fauna**

En el área de influencia del proyecto se distinguieron animales que utilizan los árboles como hospederos para continuar su recorrido (migratorias locales) y aquellos que realizan funciones de:

- Dispersadores: aves, ratones de monte y otros
- Animales saneadores: culebras y muchos insectos
- Horadores: lombrices, ratones y otros
- Aves de patio: gallinas criollas, patos y gallos criollos

El muestreo de aves se realizó por medio de metodología de búsqueda generalizada y conteo a lo largo de trayectos, con una longitud de 250 mts, con puntos de conteo cada 50 m de ancho variable. El tiempo estimado para

observación fue de diez minutos por estación. Se utilizaron binoculares y material bibliográfico como guías de campo.

Con la visita técnica se observó únicamente ganado vacuno en terrenos vecinos, artrópodos (arañas, cien pies, mil pies), insectos (mariposas, libélulas, avispas, abejas, hormigas, zompopos, grillos, zancudos, jejenes, mosquitos); organismos bióticos: microfauna (lombrices terrestres, escarabajos, roedores y otros), microorganismos (bacterias, hongos); reptiles y anfibios (sapos, rana común, lagartijas, cutetes y otros).

#### **3.13.2.1. Especies amenazadas o en peligro de extinción**

En el área no existen especies amenazadas, endémicas o en peligro de extinción.

#### **3.13.2.2. Especies indicadoras**

Son aquellos organismos o restos de estos que ayudan a descifrar cualquier fenómeno o acontecimiento actual o pasado relacionado con el estudio de un ambiente y la calidad ambiental. En el área del proyecto no existen.

#### **3.13.3. Áreas protegidas y ecosistemas frágiles**

El proyecto no se ubica en áreas protegidas, asimismo, no se encuentran ecosistemas frágiles que puedan ser dañados; esto, por ser zonas sin cobertura vegetal o forestal. Únicamente se encuentran árboles de manera dispersa y suelos descubiertos.

### **3.14. Descripción del ambiente socioeconómico y cultural**

Se deberán considerar los aspectos importantes del área de influencia donde se desarrollará el proyecto. Parte de esos aspectos es el factor cultural de la comunidad y sus costumbres ancestrales.

#### **3.14.1. Características de la población**

Es uno de los siete municipios menos poblados del departamento con una densidad poblacional de 435 habitantes/km<sup>2</sup>, que conforman aproximadamente el 2,14 % de la población del departamento de Guatemala.

En el departamento de Guatemala todos sus municipios tienen menos del 50 % de pobreza general, excepto el municipio de Chuarrancho con 61 %. Para el caso del municipio de San Pedro Ayampuc, se presenta un 31,24 %. La proporción de la población que vive en pobreza extrema es de 4,2 %.

El municipio de San Pedro Ayampuc tiene una población indígena del 27,10 %. En las zonas aledañas al proyecto (1 km a la redonda) no existen viviendas, comunidades o algún proyecto habitacional.

#### **3.14.2. Seguridad vial y circulación vehicular**

En el área de influencia del proyecto la circulación vehicular es baja, por otro lado, las vías de acceso son estándares, lo que permitirá el transporte fluido durante la etapa de construcción y operación del proyecto.

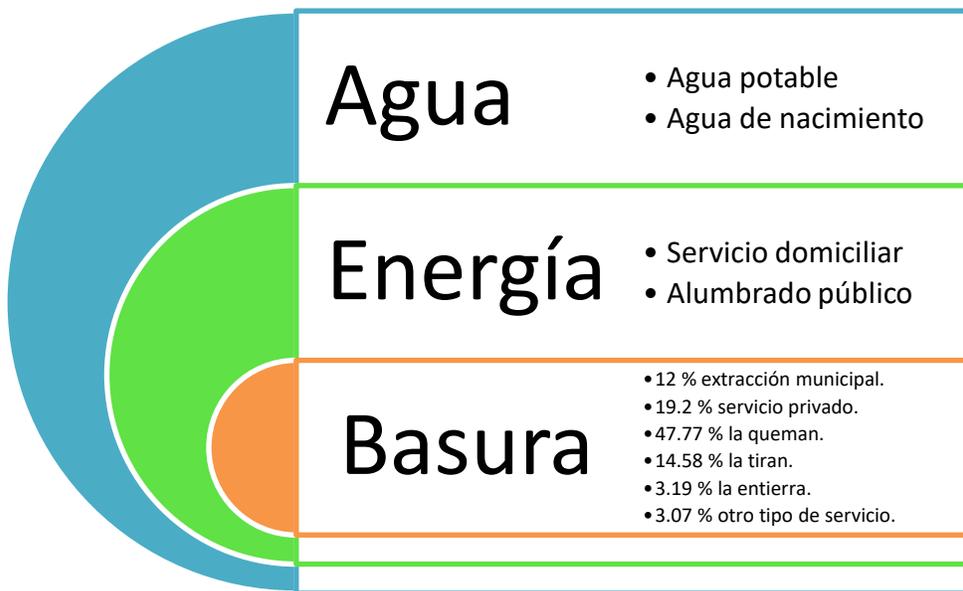
### 3.14.3. Servicios de emergencia

El municipio cuenta con un centro de salud, siete puestos de salud y un laboratorio, los cuales permiten atender a los habitantes de la cabecera municipal y sus aldeas; por otro lado, por las cercanías a la ciudad de Guatemala, gran porcentaje de la población asiste a centros hospitalarios para recibir una mejor atención.

### 3.14.4. Servicios básicos

Los servicios de agua, energía y recolección de basura deberán ser monitoreados para fortalecer el desarrollo de la propuesta.

Figura 17. **Servicios básicos disponibles**



Fuente: elaboración propia, con información de la municipalidad de San Pedro Ayampuc.

### **3.14.5. Percepción local sobre el proyecto**

Con diferentes visitas realizadas a la zona del proyecto y trabajando con equipos multidisciplinarios, los representantes de la municipalidad de San Pedro Ayampuc, indicaron que, según sus entrevistas y mapeo de respuesta conforme a la iniciativa y propuesta planteada, observaron aceptación por la mayoría de los nativos y residentes del lugar.

Se mostraron inconformidades por ciertos grupos muy pequeños de ciudadanos, quienes se oponen en atribución y piensan que será un proyecto nocivo para el medio ambiente y su entorno; se determinaron programas de publicidad para trasladar la información.

### **3.14.6. Infraestructura comunal**

- **Comunicación**

El municipio de San Pedro Ayampuc cuenta con dos vías de acceso y la principal es la CA-15 totalmente asfaltada. Para el acceso a las comunidades es por carreteras de terracería, las cuales, en verano presentan buen estado de funcionamiento. El traslado hacia el proyecto se puede realizar por una vía completamente asfaltada, en condiciones óptimas, además de disponer de alumbrado público en la extensión de su recorrido.

- **Educación**

- Primaria parvularia: 41 establecimientos
- Preprimaria bilingüe: 1 establecimiento
- Primaria: 51 establecimientos

- Básica: 21 establecimientos por cooperativa y 2 nacionales
- Diversificado: 2 establecimientos
  
- Salud
  - Centro de salud: 1
  - Puestos de salud: 7
  - Laboratorios: 1

#### **3.14.7. Desplazamiento o movilización de comunidades**

El proyecto no generará movilización o reubicación de viviendas o comunidades.

#### **3.14.8. Descripción del ambiente cultural**

En el área de influencia del proyecto o zonas aledañas no existen valores históricos, arqueológicos, antropológicos o religiosos que se puedan afectar con la operación de este proyecto.

#### **3.14.9. Paisaje**

En el área de influencia del proyecto el paisaje está compuesto por colinas y relieves, vegetación y cobertura forestal de manera dispersa; no existe riesgo de alteración por parte del proyecto, ya que la infraestructura se desarrollará en terreno plano que no afectará el ecosistema.

#### **3.14.10. Áreas socialmente sensibles y vulnerables**

No existen áreas sociales que se vean vulnerables o sensibles a los efectos de este proyecto.

#### **3.15. Métodos de ejecución de impactos ambientales**

Cada fase dentro del estudio de impacto ambiental cuenta con un orden de relevancia y de importancia, su estructura de desarrollo es secuencial progresiva.

##### **3.15.1. Identificación y valoración de impactos ambientales**

Con el propósito de analizar los impactos que puede generar el proyecto en sus etapas de construcción, operación y abandono, se consideró la guía contenida en los Términos de Referencia para Instrumentos Ambientales del MARN. En la matriz elaborada, se identifican y se evalúan los impactos ambientales

El proceso de evaluación general se lleva a cabo, considerando la totalidad de los potenciales procesos de interacción en relación con el proyecto, con respecto a las componentes ambientales. Para el efecto se aplicó el método de Matriz de Evaluación De Impacto Rápida (RIAM, por sus siglas en inglés).

En la matriz se identificaron y cuantificaron los impactos ambientales negativos y positivos que permiten determinar las medidas de mitigación respectivas. Además, se realizaron visitas de campo para identificar, *in situ*, los impactos sobre varios factores ambientales.

Con el *software* que contiene el programa RIAM, se elaboró una matriz específica de interacción de impactos para los seis sitios piloto del proyecto, donde se definieron y complementaron las filas (factores ambientales) y columnas (componentes del proyecto).

Tabla IX. **Factores ambientales que define el método RIAM**

<b>ITEM</b>	<b>Descripción</b>
Fisicoquímicos (fc)	Engloban todos los aspectos físicos y químicos naturales finitos (no biológicos). Por ejemplo: contaminación, erosión, calidad del agua, aire y suelo, entre otros. Se representan en color verde.
Biologicoecologicos (be)	Incluyen todos los aspectos biológicos del ambiente, incluyendo recursos naturales renovables, conservación de la biodiversidad, interacción de especies y contaminación de la biosfera. Se representan en color rojo.
Social-culturales (sc)	Engloban todos los aspectos humanos del ambiente, incluyendo tópicos sociales que afectan a los individuos y las comunidades, junto con los aspectos culturales, incluyendo la conservación del patrimonio cultural y desarrollo humano. Se representan en color gris.
Económicos operacionales (eo)	Incluyen los aspectos para identificar cualitativamente las consecuencias económicas del cambio ambiental, temporal y permanente, así como las complejidades del manejo del proyecto dentro del contexto de las actividades del proyecto. Se representan en color azul.

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word 2019.

Tabla X. **Componentes del proyecto, según criterios ambientales evaluados**

<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Importancia de la condición A1	<p>Es una medida de la importancia del impacto o condición, la cual es evaluada contra los límites espaciales o intereses humanos por ser afectados, y va desde “no importante” hasta “importante” a los intereses nacionales o internacionales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Es una valoración cualitativa por consenso.</li> <li>○ Depende de las características del proyecto y del ambiente.</li> <li>○ Es independiente de los otros criterios.</li> <li>○ Un factor ambiental impactado puede ser muy importante a pesar de que su magnitud sea mínima.</li> </ul>
Magnitud del cambio o efecto A2	<p>La magnitud es una medida de la escala de beneficio o no, de un impacto o una condición, y va de un “no beneficio o cambio mayor” pasando por “no cambio o <i>status quo</i>” hasta llegar a “beneficio positivo mayor”.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Es la escala o intensidad del impacto.</li> <li>○ Entre mayor sea la intensidad, mayor será la valoración que se hace de su magnitud.</li> </ul>
Permanencia B1	<p>Pueden darse impactos temporales o permanentes.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Es el tiempo de exposición del impacto.</li> <li>○ Entre mayor sea la permanencia, mayor será la valoración dada a esta característica.</li> </ul>
Reversibilidad B2	<p>Define si el impacto puede ser cambiado y es una medida de control sobre el efecto del impacto. No deberá ser confundido o igualado con “permanencia”.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Es la capacidad del medio de retornar a su calidad ambiental original una vez que la causa ha sido eliminada.</li> <li>○ Es reversible si al eliminar la causa desaparece el impacto</li> <li>○ Es irreversible si al eliminar la acción generadora el impacto persiste.</li> </ul>

Continuación de la tabla X.

Acumulativo B3	<p>Es una medida que indica si el efecto será un impacto directo único o si existirán efectos acumulativos en el tiempo o efectos sinérgicos con otras condiciones.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>○ El criterio acumulativo es un medio de juzgar la sostenibilidad de la condición y no deberá ser confundida con la situación de permanente o irreversible.</li><li>○ Es la capacidad del impacto de volverse acumulativo en el ambiente.</li><li>○ Entre mayor sea la acumulación, se pueden desencadenar otros impactos de manera sinérgica.</li></ul>
----------------	--

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word 2019.

Las tablas sirven al personal responsable de diseñar algún estudio de impacto ambiental. Se basarán en ciertos argumentos técnicos, que todo certificador ambientalista deberá conocer en el transcurso de su programa de preparación.

### **3.15.2. Análisis de impactos**

- Generación de emisiones atmosféricas

Este impacto se generará mediante el movimiento de materiales y tierra para el proceso constructivo de la obra. Para evitar este tipo de contaminación, la empresa ejecutora deberá regar el suelo dos veces al día en época de verano para evitar la erosión eólica. Adicional a esto, se establece que todo vehículo que transporte materiales de construcción hacia la obra deberá estar cubierto con una lona que se encuentre en buenas condiciones para proteger los materiales de construcción.

Asimismo, se plantean las siguientes medidas:

- La maquinaria y los vehículos utilizados deben someterse a inspecciones reglamentarias y que cumplan con la legislación vigente en materia de emisiones y de ruidos.
  - Cuando un vehículo no está en uso, se debe mantener motor apagado, para evitar las emisiones de gases por la combustión.
  - Las unidades de transporte deberán contar con una lona para cubrir el material que se va a transportar.
  - Se prohíbe la hojarasca, vegetación o basura, con el fin de no provocar humo, así como el consumo de cigarrillos.
- Generación de desechos sólidos

El manejo de desechos sólidos será el que provoque impactos más significativos; para el efecto, se deben seguir los lineamientos que establece la norma vigente del MARN, por representar mayor riesgo al ambiente y la población.

En la construcción del proyecto y la perforación de las criptas, se originarán este tipo de desechos, los cuales se pueden clasificar por su proveniencia como: desechos domésticos y desechos del proceso productivo.

Los desechos domésticos más comunes son: platos y vasos desechables, bolsas plásticas, bolsas de papel y los producidos por los alimentos.

Dentro de los desechos los más comunes del proceso productivo se encuentran: bolsas de cemento, de material de construcción (partes de bloc, madera, metal y otros) y de la actividad de excavación.

Para evitar que se genere contaminación por estos desechos se considerará lo siguiente:

- Se capacitará al personal que labore en la construcción para hacer conciencia sobre las consecuencias que el mal manejo de los desechos puede generar al ambiente.
- Se creará un área de depósito o centro de acopio de todos los desechos sólidos para poder clasificar los reciclables y los no reciclables.
- Los no reciclados deberán evacuarse por medio del tren de aseo autorizado por la municipalidad; los reciclables, por medio de empresas que se encargan a esta labor.
- Se colocarán recipientes debidamente identificados para la recolección de la basura, para que luego sea llevada hacia el centro de acopio y se realice su clasificación de acuerdo con sus características. Dentro del centro de acopio de desechos, deberán existir recipientes debidamente identificados para depositar: cartón y papel; plástico, basura común y madera y metal. Los materiales reciclables, en su mayoría, se reutilizarán dentro de la construcción; por ejemplo: madera, metal, clavos y otros. El resto de los materiales con opción a ser reciclados deberán ser evacuados por empresas que presten este servicio y que estén autorizadas por el MARN.
- La empresa contratada para la construcción será la responsable del manejo y disposición final de todo tipo de desechos, para que no produzca proliferación de plagas de insectos, roedores u otros.
- Los productos reciclables que no se reutilizarán en la construcción, deberán ser evacuados, por lo menos una vez a la semana. Con esto, se pretende evitar el cambio de las características del suelo y

geomorfológicas, al mismo tiempo, evitar el deterioro de la calidad del aire y modificar la composición natural del lugar.

- El 100 % de tierra resultante del movimiento para la realización de las criptas será depositado dentro de la propiedad del proyecto para nivelación, el cual se compactará para evitar erosión.
- Se realizará una práctica de la conservación del suelo para evitar erosión.
- Se dispondrá de un sistema de protección de suelos con ecomuros de llantas o barreras vivas en las partes bajas. Se sembrarán arboles perennes y con ello se evita cualquier tipo de deslave o contaminación.

Producto del trabajo se estima que se generarán 150 lb/día de desechos durante la construcción.

Tabla XI. **Aguas pluviales, aguas residuales domésticas e industriales**

<b>ITEM</b>	<b>Descripción</b>
Cambio del drenaje natural	<p>Al momento de modificarse la forma y la estructura del terreno, se altera consecuentemente su drenaje natural. Este componente es afectado mínimamente ya que la ubicación geográfica donde se construirá la obra es la parte alta y en esta zona no se observan drenajes naturales.</p> <p>Por otro lado, se tomarán medidas de protección de suelo y canalización del agua hacia las partes bajas de la propiedad. Esto para proteger la construcción, realizando cunetas en los alrededores, que permitan evacuar el agua de lluvia, sin perjudicar el área donde se encapsulará y se almacenarán materiales con asbesto.</p>

Continuación de la tabla XI.

Cambio en la infiltración del agua	Debido a la construcción de la obra, los movimientos y la cobertura de la capa de suelo se modificará la infiltración de agua; por ello, se utilizará un sistema de drenajes en estas partes y se canalizará el agua hacia la parte baja de la obra.
Cambio en la calidad del agua	<p>Por arrastre de desechos de materiales debido a escorrentía y la infiltración de sustancias que pudiera ocurrir por accidente o descuido humano, se alterarán las condiciones de calidad de agua existente en la zona. Para mitigar este problema, se construirá una bodega dentro de la construcción para su almacenamiento. Para realizar la mezcla de cemento, se utilizará un recipiente especial, para que no se realice en el suelo. Para el tema de las necesidades fisiológicas, se contará con un sanitario portátil dentro del área de construcción. La empresa propietaria de los servicios sanitarios será la encargada de velar por el mantenimiento y descarga de las aguas residuales.</p> <p>Los medios de transporte involucrados en la construcción del proyecto deberán ser inspeccionados diariamente para descartar alguna fuga en ellos que pudieran generar derrames de líquidos o aceites en general.</p> <p>Se prohíbe lavar cualquier unidad de transporte, recipientes de comida, bañarse o preparar algún alimento dentro del área del proyecto, reparaciones a la maquinaria</p>
Perdida de vegetación	No existirá en el área de influencia del proyecto.
Ambiente socioeconómico y cultural	En la evaluación social se deduce que el proyecto no tendrá consecuencias negativas que alteren el ritmo de vida de los pobladores, o que se vea afectada su economía,
Desechos propios de la actividad	Los desechos generados por la actividad de disposición final de desechos de asbesto serán depositados completamente dentro del área que se construirá para su ubicación (criptas), cumpliendo con las medidas descritas en el numeral 3.8

Continuación de la tabla XI.

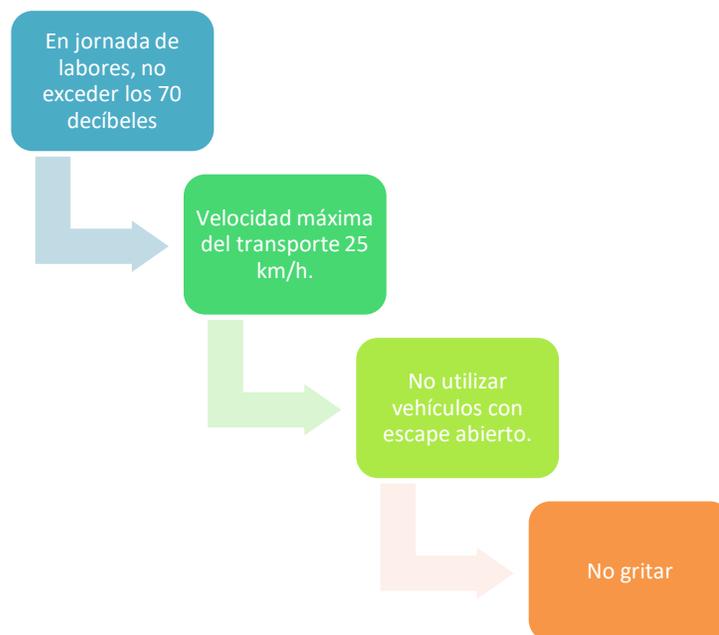
Disposición final controlada de materiales con asbesto.	El objetivo fundamental de este proyecto es brindar un tratamiento adecuado para la disposición de asbesto, evitando con ello la contaminación atmosférica, En consecuencia, el fin del estudio es obtener la autorización.
---	---

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word 2019.

### 3.15.3. Evaluación de impacto social

Se evalúan las condiciones especiales que permitirán desarrollar los alcances de un proyecto rentable y autosostenible.

Figura 18. Evaluación de impacto social



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word 2019.

#### **3.15.4. Síntesis de la evaluación de impactos ambientales**

Los impactos ambientales potenciales producto del proyecto fueron identificados, inicialmente, a través de una matriz que evidencia el componente ambiental y el impacto generado en las distintas fases del proyecto y se definieron los siguientes componentes:

- Ambiente físico.
- Ambiente biótico.
- Ambiente socioeconómico y cultural.
- Para el efecto, se desarrolló la RIAM, donde se identificó la valoración probable que ocasionaría el proyecto en sus diferentes fases.
- AGROINSUMOS ACHÉ será la responsable de brindar tratamiento adecuado de disposición a materiales con asbesto.
- Se realizó una valoración para determinar los efectos, tanto positivos como negativos, y se determinó que el proyecto no producirá impactos severos o críticos.
- El proyecto generará efectos negativos irrelevantes y moderados de tipo temporal y, a la vez, efectos positivos de valor moderado y de forma permanente.
- Se han considerado las medidas de mitigación.

## 4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

### 4.1. Plan de Gestión Ambiental (PGA)

El objetivo del Plan de Gestión Ambiental es prevenir, controlar, mitigar y compensar, si fuera el caso, los impactos potenciales ambientales negativos previstos durante el desarrollo del presente proyecto.

El PGA condensa las operaciones técnicas y gerenciales que aseguran la operación del proyecto dentro de normas legales, técnicas y ambientales. Lo anterior, minimiza los impactos negativos y maximiza los positivos. AGROINSUMOS ACHÉ, quien será la empresa responsable del Proyecto *Disposición final de desechos de asbesto*, mediante su representante legal, será el responsable de lo siguiente:

- Implementar correctamente las medidas de mitigación propuestas.
- Implementar todas las medidas de seguridad industrial y salud humana propuestas en los planes de contingencia correspondientes, que contribuyan a evitar o minimizar los riesgos implícitos en las áreas de actividades y, en general en la operación del proyecto, que protegen principalmente la vida humana o previene los efectos negativos en la salud de los trabajadores.

#### 4.1.1. Prácticas implementadas para prevenir, controlar o disminuir los impactos ambientales en las fases del proyecto

En el inciso 3.16.2 de este documento se establece la medida de mitigación por cada variable ambiental tratada, según los impactos ambientales determinados para este proyecto.

Figura 19. **Áreas de refuerzo que permitan maximizar los impactos ambientales positivos**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word 2019.

#### **4.2. Organización del proyecto y ejecutor de medidas de mitigación**

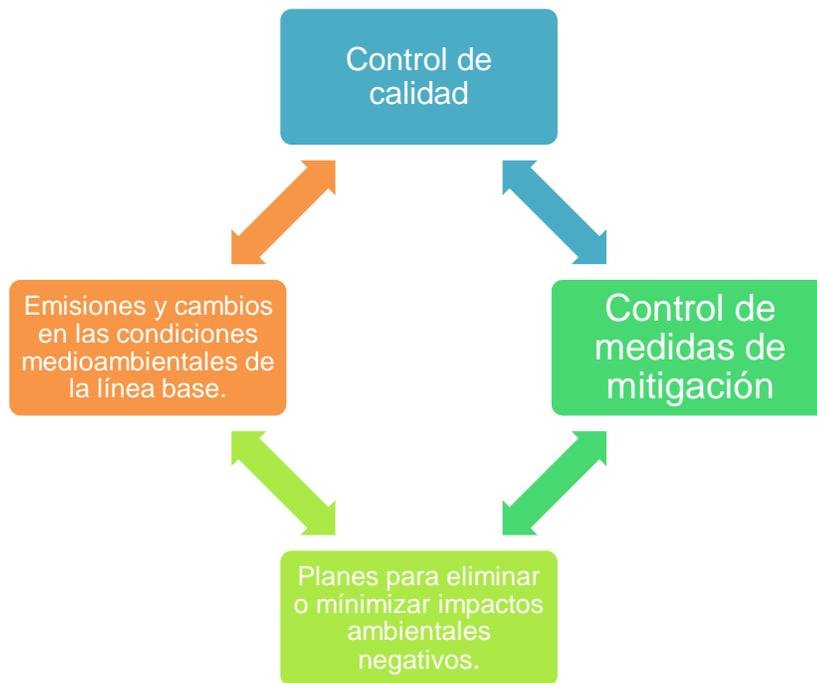
Este proyecto está coordinado y supervisado en las fases de construcción, operación y abandono por AGROINSUMOS ACHÉ, quien contratará a una empresa ejecutora (acopio, manejo, transporte y disposición final de todos los desechos sólidos y líquidos; orgánicos e inorgánicos) y a un supervisor para velar por el buen desempeño en la fase de construcción. La empresa será la responsable de velar por que todos los procesos se realicen sin contaminar el ambiente y también será el responsable de la calidad de los materiales y de cumplir con el tiempo de ejecución del proyecto.

En la fase de operación y abandono, el ente encargado del buen funcionamiento será el personal de administración de Agroinsumos ACHÉ, quien también apoyará económicamente, durante las fases del proyecto, con el pago a los encargados de mantenimiento.

#### **4.3. Control, seguimiento y vigilancia ambiental (monitoreo)**

Agroinsumos ACHÉ cuenta con una estructura administrativa organizada, para coordinar y realizar los monitoreos ambientales; en ese sentido, para el caso específico del proyecto, se tomará en cuenta:

Figura 20. **Consideraciones para el control, seguimiento y vigilancia ambiental desde la administración de ACHÉ**



Fuente: elaboración propia, Agroinsumos ACHÉ, utilizando Microsoft Word 2019.

Los objetivos de los planes de monitoreo durante las fases de construcción y de operación son:

- Verificar en la fase de construcción, la ejecución adecuada de las medidas correctivas ambientales propuestas en el PGA.
- Monitorear los planes ambientales, de salud y seguridad. Comprobar que las medidas correctivas propuestas minimicen o eliminen los impactos previstos en la construcción y ejecución del proyecto. Además, encauzar los objetivos del Sistema de Manejo Ambiental y requerimientos regulatorios.

- Detectar a tiempo, si se producen, impactos negativos no previstos y poner en marcha las medidas correctivas correspondientes.
- Monitorear las medidas propuestas y comprobar su eficacia. En caso no cumplieran su función, atender de inmediato con nuevas medidas para controlar el impacto causado.
- Monitorear las emisiones de los procesos, los desechos y la evacuación de estos (mercadeo o botadero municipal).

Tabla XII. **Planes de monitoreo en construcción**

Aspecto del sistema de manejo	Plan de monitoreo	Plan
Supervisión y acciones preventivas y correctivas en el monitoreo ambiental.	De emisiones y calidad del aire.	A Y B
Sistema curativo y preventivo de riesgos en los impactos y su mitigación.	De efluentes líquidos.	C
Acopio en todas las áreas del proyecto y acopio general de desechos.	De desechos sólidos.	D
Hojas de vida y mantenimientos preventivos fuera del área del proyecto.	De maquinaria y equipo.	E

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word 2019.

#### 4.3.1. **Monitoreo de calidad del aire y de emisiones gaseosas (A y B)**

Las emisiones al aire, generadas por el proyecto durante las etapas de construcción, están sujetas a regulaciones gubernamentales vigentes.

El asegurar que estas normas sean respetadas es un elemento fundamental del plan de cumplimiento de la legislación ambiental de Agroinsumos ACHÉ. El compromiso de esta empresa es realizar la construcción dentro de los límites regulatorios nacionales aplicables, permisos requeridos y objetivos de calidad de aire durante estas fases.

Conjunto de procedimientos, documentos y fases por presentar para garantizar el monitoreo de calidad del aire:

- Los procedimientos de operación estándar para todos los equipos de control de emisiones con los que cuenta el país.
- Procedimientos para identificar emisiones visibles o anomalías: comunicar estos eventos al personal operativo y personal a cargo del manejo ambiental, asegurar que se tomen las medidas correctivas apropiadas y reportar interna y externamente según corresponda.
- La empresa debe documentar las condiciones de operación durante las pruebas de cumplimiento para asegurar que los reportes estén correctamente fechados e informados.
- Registrar los datos de emisión, las quejas y los documentos donde se hagan constar las acciones correctivas tomadas.
- Entregar informes de monitoreo a los servicios reguladores.
- Mantener copias de los permisos y las solicitudes de estos en un lugar visible.
- Mantener un registro para cada fuente emisora con la identificación de sus emisiones: las entradas y las salidas de proceso.
- Hacer un reglamento por parte de la empresa constructora donde se prohíba iniciar una fogata, quemar o preparar alimentos dentro del área del proyecto
- Prohibir la caza de animales, introducir o sustraer flora y fauna.

#### **4.3.2. Monitoreo de efluentes líquidos (C)**

Este proyecto no generará aguas residuales de ningún tipo en la etapa de construcción; se contará con baldes o recipientes para hacer mezclas de cemento y no se permitirá el lavado de maquinaria, equipos o unidades de transporte. Los colaboradores no se podrán bañar ni lavar utensilios de cocina en áreas que no estén destinadas para este fin.

#### **4.3.3. Monitoreo de desechos sólidos (P)**

Tanto la contaminación visual como las emisiones al aire y desechos sólidos generados por el proyecto durante las etapas de construcción están sujetas a regulaciones gubernamentales vigentes. El asegurar que estas normas sean alcanzadas es un compromiso del plan de cumplimiento de la legislación ambiental de Agroinsumos ACHÉ.

El compromiso es reciclar todos los subproductos generados durante el proceso de construcción para cumplir con las siguientes medidas:

- Contar con un centro de acopio dentro del área del proyecto para recolectar estos materiales y llevarlos a un área específica para su clasificación. Los desechos reciclables serán evacuados por empresas autorizadas para dicha labor.
- La basura común que no se puede reciclar será depositada en un área especial dentro del proyecto (centro de acopio), para que luego sea transportada por el tren de aseo municipal.
- Los desechos, producto del movimiento de tierras, serán depositados en un centro de acopio temporal para luego ser transportados hacia un área específica dentro de la propiedad, donde se acumularán. Se contará con

un muro temporal para evitar erosión hídrica y con una lona para proteger de la contaminación eólica. El área de disposición final de estos desechos contará con sistemas de protección de suelos como ecomuros de llantas o barreras vivas en las partes bajas. Sobre el material depositado se sembrarán arboles perennes y, con ello, se evita cualquier tipo de deslave o contaminación.

- Los desechos propios de construcción (desechos de bloc, cemento, entre otros) serán transportados y depositados en un relleno sanitario municipal.

#### **4.3.4. Monitoreo de equipo y maquinaria**

Este monitoreo se fundamenta de la siguiente manera: la empresa encargada de la construcción, por medio del personal de mantenimiento, debe optimizar sus recursos para poder disminuir costos y mejorar o mantener la eficiencia. Esto, con el objeto de evitar las fugas de agua u otra sustancia. Para ello, se introducirá una libreta de campo, donde se llevará una bitácora para anotar todos los acontecimientos diariamente. Lo anterior, será responsabilidad del encargado de mantenimiento. Si se llegara a determinar alguna anomalía o acontecimiento importante, se coordinará para brindar una solución rápida y segura.

Por otro lado, si se determina que alguna maquinaria o medio de transporte tiene algún derrame de derivados del petróleo, esta deberá ser retirada del área del proyecto. Toda unidad que no se esté utilizando deberá permanecer apagada.

El objetivo fundamental de este monitoreo es evitar mayores gastos o pérdidas de recursos en la maquinaria y el equipo utilizados en la fase de construcción. El encargado de mantenimiento será la persona que velará por el

buen funcionamiento de todo el equipo existente; hacer chequeos preventivos con regularidad y correctivos cuando sean necesarios.

La empresa contratada para esta etapa delegará esta responsabilidad a una o varias personas, las cuales informarán semanalmente por escrito sobre el funcionamiento del proyecto. Si existiera alguna emergencia, lo comunicarán a la brevedad posible.

Tabla XIII. **Programa de monitoreo ambiental en construcción**

<b>Actividades</b>	<b>Diario</b>	<b>Semanal</b>	<b>Mensual</b>
<b>Movimiento de tierras para cimientos.</b>	SÍ	Empresa ejecutora.	Informe del contratista y supervisor de AGROINSUMOS ACHÉ.
<b>Excavación para criptas.</b>	SÍ	Empresa ejecutora.	Informe del contratista y supervisor de AGROINSUMOS ACHÉ.
<b>Manejo, acopio y disposición final de desechos sólidos y líquidos.</b>	No	Empresa ejecutora.	Informe del contratista y supervisor de AGROINSUMOS ACHÉ.

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word 2019.

De acuerdo con las características del proyecto, el monitoreo debe realizarse durante el proceso de construcción de la obra, en un tiempo aproximado de dos a tres meses. Este monitoreo ambiental estará a cargo de la empresa constructora, la cual contratará a un técnico autorizado para esta actividad.

Tabla XIV. **Planes de monitoreo en operación**

Aspecto del sistema de manejo	Plan de monitoreo	Plan #
<b>Supervisión y acciones correctivas en el monitoreo ambiental</b>	De emisiones gaseosas y calidad del aire.	A y B
<b>Sistema curativo preventivo de riesgo en los impactos y su mitigación</b>	De efluentes líquidos	C
	De desechos sólidos.	D
	De maquinaria y equipo.	E

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word 2019.

#### **4.3.5. Monitoreo de calidad del aire y de emisiones gaseosas (A y B)**

Las emisiones al aire generadas por el proyecto durante la etapa de operación están sujetas a regulaciones gubernamentales vigentes.

El asegurar que estas normas sean alcanzadas, es un elemento fundamental del plan de cumplimiento de la legislación ambiental de Informe del contratista y supervisor a Agroinsumos ACHÉ. El compromiso de esta empresa es operar dentro de los límites regulatorios nacionales aplicables, permisos requeridos y objetivos de calidad del aire durante estas fases.

Requisitos para el cumplimiento:

- Los procedimientos de operación estándar para todos los equipos de control de emisiones con los que cuenta el país.

- Procedimientos para identificar emisiones visibles o anomalías; comunicar estos eventos al personal operativo y personal a cargo del manejo ambiental, asegurar que se tomen las medidas correctivas apropiadas y reportar interna y externamente, según corresponda.
- La empresa debe documentar las condiciones de operación durante las pruebas de cumplimiento y asegurar que los reportes estén correctamente fechados e informados.
- Registrar los datos de emisión, las quejas y los documentos donde se haga constar las acciones correctivas tomadas.
- Entregar informes de monitoreo a los servicios reguladores.
- Mantener copias de los permisos y las solicitudes de estos en un lugar visible.
- Mantener un registro para cada fuente emisora con la identificación de sus emisiones: entradas y salidas de proceso.
- Tanto en el área de disposición final como en el área de desmontaje, se instalará un muro perimetral que supere 1,5 metros de altura respecto del área donde se va a operar, para aislar el área y evitar el escape de partículas de suspensión al ambiente.

#### **4.3.6. Monitoreo de efluentes líquidos**

Este proyecto generará aguas residuales especiales en los procesos de desmontaje y encapsulamiento. Durante estas fases deberá contarse con un contenedor, dentro del cual existirán: duchas, casilleros y sanitarios, necesarios para el aseo de los colaboradores.

Para el manejo y disposición final de estas aguas, se contratará a una empresa que está certificada por el MARN para el manejo y la disposición final de aguas residuales industriales, peligrosas y domésticas.

#### **4.3.7. Monitoreo de desechos sólidos (D)**

Tanto la contaminación visual como las emisiones al aire y desechos sólidos generadas por el proyecto durante la etapa de operación están sujetas a regulaciones gubernamentales vigentes. El asegurar que estas normas sean alcanzadas es un compromiso del plan de cumplimiento de la legislación ambiental de Agroinsumos ACHÉ.

El compromiso es reciclar todos los subproductos generados durante el proceso de operación para cumplir con las siguientes medidas:

- Contar con un centro de acopio dentro del área del proyecto para recolectar estos materiales y llevarlos a un área específica para su clasificación. Los desechos reciclables serán evacuados por empresas autorizadas para dicha labor.
- La basura común que no se puede reciclar será depositada en un área especial dentro del proyecto (centro de acopio), para que luego sea transportada por el tren de aseo municipal.
- Todos los desechos y material con asbesto serán depositados y encapsulados adecuadamente dentro de las criptas, siguiendo los procedimientos.

#### **4.3.8. Monitoreo de equipo y maquinaria**

Se llevará un libro de bitácora, donde se anotarán los acontecimientos que se den diariamente respecto al funcionamiento del equipo y la maquinaria; esto permitirá dar una respuesta rápida cuando se presente una anomalía y así buscar soluciones inmediatas.

El objetivo fundamental de este monitoreo es evitar gastos o pérdidas de recursos en la maquinaria y el equipo utilizados en la fase de operaciones, así como los daños que estos, por deficiencia, puedan ocasionar al ambiente o al propio proyecto.

Agroinsumos ACHÉ delegará esta responsabilidad a una o varias personas, las cuales informarán semanalmente por escrito sobre el funcionamiento. Si existiera alguna emergencia, lo comunicarán a la brevedad posible.

Tabla XV. **Programa de monitoreo ambiental en operación**

<b>Actividades</b>	<b>Diario</b>	<b>Semanal</b>	<b>Mensual</b>
Ingreso de material por otras empresas	X	Empresa propietaria y agroinsumos ACHÉ	Informe a gerencia por actividad
Operación y mantenimiento del proyecto en general	X	Agroinsumos ACHÉ	Informe a gerencia por actividad
Programa de salud y seguridad		Agroinsumos ACHÉ	El personal de mantenimiento deberá realizarse chequeos médicos cada 6 meses durante la fase de operación.
<b>Separación y disposición final de desechos</b>	<b>X</b>	<b>Agroinsumos ACHÉ</b>	<b>Informe a gerencia por actividad</b>

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word 2019.

Se recomienda que a través de la empresa Agroinsumos ACHÉ, en coordinación con el MARN, se realice un programa de monitoreo ambiental para verificar la implementación de las medidas establecidas en el presente documento y la aplicación de las normas de seguridad durante el proceso de construcción y operación del proyecto.

Según las características del proyecto, el monitoreo debe realizarse durante el proceso de construcción, en un período de entre dos y tres meses, y, en la etapa de operación, dos veces al año.

#### **4.4. Plan de recuperación ambiental para la fase de abandono o cierre**

Cuando una empresa concluye operaciones deberá desarrollar un conjunto de acciones que reduzcan el nivel de contaminación provocado en el transcurso del tiempo que estuvieron en operaciones.

##### **4.4.1. Impactos ambientales en la fase de abandono**

AGROINSUMOS ACHÉ presenta el proyecto de alto impacto, por su importancia para el manejo de materiales que contienen asbesto que son dañinos a la salud y al ambiente. En tal sentido, su cierre o abandono se prevé a largo plazo; para el efecto, se deben tomar en cuenta planes que permitan la recuperación del ambiente. Estos incluyen la toma de muestras químicas que permitan determinar trazas de residuos y, con base en los resultados, definir los métodos que pueden ser: la incineración, el reúso o el reciclaje con empresas especializadas.

##### **4.4.2. Síntesis de la evaluación de impactos ambientales**

Durante la fase de abandono, la generación de desechos sólidos y de ruidos y partículas de polvo se producirá en el caso que se realice alguna modificación a la infraestructura existente; de lo contrario, no se producirán estos impactos.

## **4.5. Análisis de riesgo y planes de contingencia**

Cada una de las etapas dentro del plan de contingencia es analizada con la intención de proteger la salud física de los colaboradores y del entorno.

### **4.5.1. Propósito**

Se deben establecer procedimientos para salvaguardar al personal e instalaciones en situaciones de emergencia (provocadas por el ser humano o por la naturaleza) que pueden causar lesiones o daños a los empleados. Entonces, se debe minimizar o eliminar estos efectos mediante procedimientos establecidos por capacitaciones y simulacros con los empleados que participarán en el proyecto, dirigidos por un profesional en la materia.

Es necesario, junto con los trabajadores y autoridades, planear qué hacer antes, durante y después de un desastre. Se deben determinar las actividades que se le asignará a cada miembro, así como los ensayos frecuentes de dichas acciones.

#### **4.5.1.1. Sismos**

Este proyecto de investigación está basado en el mayor contenido bibliográfico sustentable posible para el tema de los sismos en Guatemala; por lo tanto, se propone que sean utilizadas las líneas de acción y prevención diseñadas por la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED). El material es de fácil comprensión y análisis por su forma visual, como se puede ver en los afiches que se presentan a continuación.<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup> CONRED. *Recomendaciones en caso de sismos.*  
[https://www.conred.gob.gt/www/index.php?option=com\\_content&view=article&id=4760&Itemid=1104#durante](https://www.conred.gob.gt/www/index.php?option=com_content&view=article&id=4760&Itemid=1104#durante).

Figura 21. Recomendaciones antes de un sismo

**RECOMENDACIONES EN CASO DE SISMOS ANTES**

- Tener listo el **PLAN FAMILIAR DE RESPUESTA** (Icon: Family silhouette)
- Tener lista tu **MOCHILA DE 72 HRS.** (Icon: Backpack)
- Prepare el **KIT DE EMERGENCIA PARA ANIMALES** (Icon: Dog silhouette)
- Conozca el **PLAN EMPRESARIAL DE RESPUESTA** (Icon: Business person silhouette)
- Encienda el radio para escuchar reportes de situación e indicaciones de las autoridades (Icon: Radio)
- Manténganse informado a través de [www.conred.gob.gt](http://www.conred.gob.gt), [www.facebook.com/conred.gt](https://www.facebook.com/conred.gt), [twitter](https://twitter.com/CONREDGuatemala) @ConredGuatemala y en los medios de comunicación. (Icon: Computer monitor with social media icons)

Conozca los planes de respuesta que establece CONRED en [www.conred.gob.gt/planes](http://www.conred.gob.gt/planes).

SÍGUEMOS EN: [www.conred.gob.gt](http://www.conred.gob.gt)

Fuente: CONRED. *Recomendaciones en caso de sismos*.  
[https://www.conred.gob.gt/www/index.php?option=com\\_content&view=article&id=4760&Itemid=1104#antes](https://www.conred.gob.gt/www/index.php?option=com_content&view=article&id=4760&Itemid=1104#antes). Consulta: marzo 2019.

Figura 22. Recomendaciones en caso de sismo en la calle



Fuente: CONRED. *Recomendaciones en caso de sismos*  
[https://www.conred.gob.gt/www/index.php?option=com\\_content&view=article&id=4760&Itemid=1104#durante](https://www.conred.gob.gt/www/index.php?option=com_content&view=article&id=4760&Itemid=1104#durante). Consulta: marzo 2019.

Los afiches que se emplearán en el cuerpo de la investigación se ajustan al diseño del proyecto. Por contar con infraestructura al aire libre, se descartaron las recomendaciones en interiores, ya que no se emplearán oficinas administrativas.

#### 4.5.1.2. Incendio

Al evaluar las necesidades del proyecto, se plantean las siguientes recomendaciones en caso de un conato de incendio en el proyecto.

Tabla XVI. **Recomendaciones en caso de conato de incendio**

<b>ANTES</b>	<b>DURANTE</b>	<b>DESPUÉS</b>
<i>Proveer capacitación a los trabajadores para evitar un incendio, además de definir paso a paso cómo se debe actuar y proteger la integridad física durante el evento.</i>	Mantener la calma y salir ordenadamente ubicándose en las zonas de seguridad. Hacer uso de los extintores si el incendio es menor.	Poner atención a las indicaciones de los bomberos y autoridades que acudan al lugar.
<i>Ubicar las zonas de seguridad en el plano de las instalaciones, así como una campanilla o algún instrumento que alerte a los demás trabajadores sobre el evento.</i>	Contactar a los bomberos y demás entidades de apoyo.	Alejarse de cables eléctricos, vidrios rotos y demás objetos que puedan ocasionar daños físicos.
<i>Mantener al alcance algún equipo de supervivencia, que incluya un kit de primeros auxilios, para poder atender a las personas lesionadas.</i>	Alejarse del fuego y cubrir las vías respiratorias del humo.	Permanecer afuera de la zona afectada, hasta que las autoridades lo indiquen.
<i>Realizar simulacros continuos con trabajadores para responder rápidamente durante el evento.</i>	No ingresar a las zonas afectadas por las llamas.	Trasladar a las personas lesionadas o quemadas a un centro de asistencia. Proveer de apoyo psicológico y habitacional a las personas que lo necesiten.

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word 2019.

#### 4.5.1.3. Obstrucción de las vías de acceso ocasionando resbalones, golpes o accidentes vehiculares

Las vías de acceso deberán permanecer libres, seguras y condicionadas de tal forma que permita que el tránsito no estará bloqueado en cualquier momento.

Tabla XVII. Fuentes de obstrucción

<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Ocasionada por	Acumulación de material
	Maquinarias mal ubicadas
	Equipo
	Acumulación de agua
Factores que limitan el acceso seguro	Caída de personal
	Obstaculización de traslado de material
	Obstaculización de paso de maquinaria
Medidas que se deben considerar	Utilizar calzado tipo industrial en todo momento
	Evitar la acumulación de materiales en áreas de accesos.
	Realizar los mantenimientos preventivos y correctivos, cuando sea programado a los vehículos involucrados en el proyecto.
	Revisión diaria a los vehículos (neumáticos, agua, aceite de motor y caja, limpia brisas, bocina, luces, frenos)

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word 2019.

#### 4.5.2. Plan de contingencia

El plan de contingencia que se presenta a continuación tiene como propósito establecer una serie de acciones que se deben atender en

situaciones de emergencia que pudieran presentarse durante la ejecución del proyecto.

#### **4.5.2.1. Salud humana**

Es el plan descriptivo de las medidas preventivas y correctivas que deben ser adoptadas para conservar la salud del personal participante en el desarrollo del proyecto o actividad, así como de la población vinculada directa o indirectamente.

- Eventos que podrían ocurrir
  - El uso inadecuado del equipamiento específico
  - Falta de cuidado en superficies resbalosas o desniveladas
  - Tropiezos con herramienta y equipo
  - Posiciones incorrectas para trabajar (ergonomía incorrecta)
  - No tomar las precauciones adecuadas para evitar peligro
  
- Tipo y clasificación de los eventos
  - Por accidentes en el trabajo:

Pueden producirse distintas clases de accidentes: colisiones, contusiones, prensado, caídas, resbalones, exposiciones a temperaturas extremas, inhalación, absorción, ingestión, contacto con la corriente eléctrica y otros.

- Implementación del Plan de Seguridad Humana

- Previo al inicio de operaciones, será necesario realizar pruebas de sangre y de pulmones a cada uno de los colaboradores que estarán involucrados durante esta fase y que tendrán contacto con los materiales que contengan asbesto. Estas pruebas también serán realizadas al finalizar el proyecto, con el fin de descartar cualquier tipo de contaminación por el contacto con el asbesto.
  - Contar con duchas, casilleros y sanitarios.
  - Utilizar equipo de protección personal: braga tipo Tivek, guantes de nitrilo, protección ocular, respiradores de aire de media cara con filtros mecánicos que abarquen la boca y nariz, protección para la cabeza (casco) y calzado industrial.
  - El almacenamiento de materiales de construcción debe ser el adecuado, principalmente con los de tipo inflamable y explosivo si hubiera.
  - Contar con botiquín de primeros auxilios y extinguidores
  - Utilizar mascarilla para evitar problemas respiratorios.
  - Rotular aquellos lugares que se consideren de peligro.
- Capacitación

Con el fin de hacer el trabajo seguro y eficiente, AGROINSUMOS ACHÉ organizará e implementará cursos de capacitación de la siguiente manera:

- Desarrollar inducciones sobre seguridad e higiene industrial.
- Dar entrenamiento sobre emergencias y el uso correcto del equipo de protección personal.

#### **4.5.2.2. Sugerencias de comportamiento y medidas por seguir durante y después de un sismo**

- Medidas preventivas que se deben emplear en el proyecto
  - Mantener las vías de circulación libre de obstáculos.
  - Contar con salidas de emergencia y señalizadas.
  - Colocar carteles o afiches que contengan la información necesaria de qué hacer cuando ocurra un evento.
  - Desarrollar inducciones de qué hacer durante y después de un evento.
  - Contar con botiquines de emergencia en el proyecto.
  - La empresa Agroinsumos ACHÉ será responsable de desarrollar simulacros unas cuatro veces al año.
  - Tener medidas de mitigación sobre daños estructurales de los depósitos (criptas) de asbesto para evitar fugas al ambiente.
  - Mantener el equipo necesario.

#### **4.5.2.3. Prevención de resbalones y golpes**

- Medidas preventivas que se deben emplear en el proyecto
  - Asegurar los andamios u otro sistema empleado en las labores de construcción.
  - Usar escaleras portátiles en buenas condiciones y de la manera correcta.
  - Limpiar los derrames (aceite u otro material que provoque deslizamiento).
  - Guardar las herramientas en un lugar específico
  - No dejar que se acumulen los desechos.

- Contar con un botiquín provisto de vendas adhesivas de tamaños varios, esparadrapos, guantes de goma desechables, solución para lavar los ojos, pinzas finas (fórceps), tijeras, mascarilla, antisépticos, hisopos, entre otros.
- Los trabajadores deben utilizar equipo de protección (cinchos para levantar materiales, tapones para oídos, mascarillas especiales, zapato industrial, guantes, entre otros).

#### **4.5.2.4. Uso adecuado de herramientas para prevenir accidentes**

- Medidas preventivas que se deben emplear en el proyecto
  - Dar mantenimiento a las herramientas y equipos.
  - La herramienta o equipo que no esté en uso debe guardarse en el lugar destinado.
  - El personal deberá atender las medidas de seguridad en el uso de herramientas o equipo.
  - Dar inducciones a los trabajadores sobre el uso seguro de las herramientas o el equipo.

#### **4.5.2.5. Seguridad laboral e higiene ocupacional**

Se requiere que se apliquen medidas de seguridad y de higiene ocupacional, a fin de evitar accidentes laborales para los empleados y de terceras personas. Para el efecto se debe considerar:

- Cumplimiento estricto de la reglamentación y normativa técnica establecida sobre seguridad laboral e higiene ocupacional.

- Capacitar y dar entrenamiento continuo en salud y seguridad, en temas relacionados a:
  - Responsabilidades en la prevención de accidentes y mantenimiento de un ambiente de trabajo seguro y agradable.
  - Normas y procedimientos generales de seguridad y salud.
  - Disposiciones para emergencias y contingencias.
  - Procedimientos para corregir condiciones y prácticas inseguras.
    - Los empleados deben usar equipo de protección personal (EPP).
    - Los empleados deben usar vestimenta apropiada para el clima y las condiciones de trabajo (camisa manga corta, pantalones largos, botas o zapatos de cuero o de otro material protector).
    - El transporte, almacenamiento, uso y disposición de sustancias peligrosas debe hacerse bajo la supervisión de una persona calificada.
    - Los recipientes de materiales peligrosos deberán estar rotulados, etiquetados o marcados con la identificación de la(s) sustancia(s) peligrosa(s) que contengan. Se deben incluir advertencias adecuadas sobre el peligro, efectos potenciales a la salud, el nombre y la dirección del fabricante, importador u otra persona responsable del producto químico.
    - Los contenedores que trasladen materiales deberán estar en óptimas condiciones y equipados para atender primeros auxilios.
  
- Plan preventivo sanitario

- Contar un plan sanitario que permita la evaluación periódica de los trabajadores para determinar las condiciones de salud, por la exposición final de desechos de asbesto.
- Realizar pruebas de sangre y de pulmones al inicio y al final del proyecto.
- Disponer de jabón, cepillos y desinfectante en las áreas de limpieza, lavado y desinfección.
- Contar con un botiquín equipado con medicinas y materiales para primeros auxilios.
- Se prohíbe completamente utilizar el agua del pozo artesanal para el consumo humano.
- Utilizar mascarillas cuando se esté manipulando el material de asbesto.

#### **4.5.2.6. Inspección y mantenimiento de máquinas y equipos**

Agroinsumos ACHÉ inspeccionará periódicamente las instalaciones para que se mantengan en condiciones adecuadas y así evitar inconvenientes laborales, daños al ambiente o deterioro de instalaciones.

#### **4.5.2.7. Electricidad**

No se hará uso de este recurso pues las operaciones se realizarán en horario diurno.

#### **4.5.2.8. Tuberías de conducción de gases y líquidos**

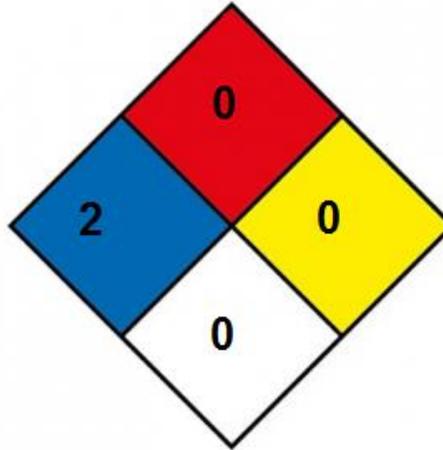
No se requieren por el tipo de proyecto; únicamente se deben considerar las medidas ya mencionadas relacionadas con el manejo de líquidos (agua).

#### **4.5.2.9. Rotulación adicional**

Para realizar la eficiente rotulación en el proyecto y su entorno circundante, se deberán tomar las siguientes consideraciones:

- Rotular parqueos, indicadores de velocidad, accesos, áreas de peligro, entre otros.
- Rotular las áreas restringidas y peligrosas a personal ajeno al proyecto.
- Rotular los recipientes de acuerdo con el tipo de desecho.
- Rotular el centro de acopio de desechos.
- Rotular las áreas de acuerdo con su uso o actividad.
- Rotular los medios de transporte encargados de trasladar el material con asbesto.
- Rotular los extintores y puntos de reunión.
- Rotular sobre la obligatoriedad de uso de equipo de protección personal.

Figura 23. **Clasificación del rombo de seguridad para el asbesto**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word 2019.

Con el código de colores indicados en el rombo de seguridad para el asbesto, se puede demostrar que el proyecto no representará algún impacto ambiental significativo.

#### **4.5.3. Equipo de protección personal**

El equipo asignado a los colaboradores o trabajadores en la construcción del proyecto deberán emplearlo o utilizarlo sin distinción; específicamente cuando están realizando tareas de desmontaje, embalaje, transporte y encriptamiento del material.

- Ropa

- Uniforme confeccionado con tejido ligero y flexible, que impida la adherencia de polvo o partículas de asbesto, con base en las normas internacionales (bragas tipo Tyvek).
- Trajes overoles de Tyvek con elásticos en la muñeca y tobillos, nivel C.
- Guantes
  - Se recomienda que se utilicen guantes de nitrilo por sus características de hermeticidad y que no permiten la adherencia de fibras de asbesto. Éstos deberán cubrir el espacio entre la manga del uniforme y la mano; su uso será obligatorio en el proceso de remoción y almacenamiento.

- Protección respiratoria

Se deben emplear respiradores de aire media cara con filtros mecánicos, abarcando con su protección la boca y nariz. Las máscaras deberán estar dotadas de filtros mecánicos purificadores de aire de alta eficiencia (HEPA, por sus siglas en inglés) P-100 aprobados por el fabricante para la protección de asbesto y certificados por el Instituto Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional de Estados Unidos (NIOSH, por sus siglas en inglés).

- Protección ocular

Utilizar lentes, que estén certificados de acuerdo con la norma ANSI Z87.1-1989, con la leyenda “Z87” impresa en la montura o lentes.

- Protección para la cabeza

Se debe utilizar cascos de seguridad para uso industrial, GIPA/USB/ASB/40/2009, considerando los lineamientos establecidos en la Norma COVENIN 0815:1999.

- Calzado

Se debe utilizar bota con suela anti resbalante, con puntera de acero, según los lineamientos establecidos en la Norma COVENIN 0039:2003, Calzado de seguridad, protección y de trabajo.

Figura 24. **Equipo de protección personal**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word 2019.



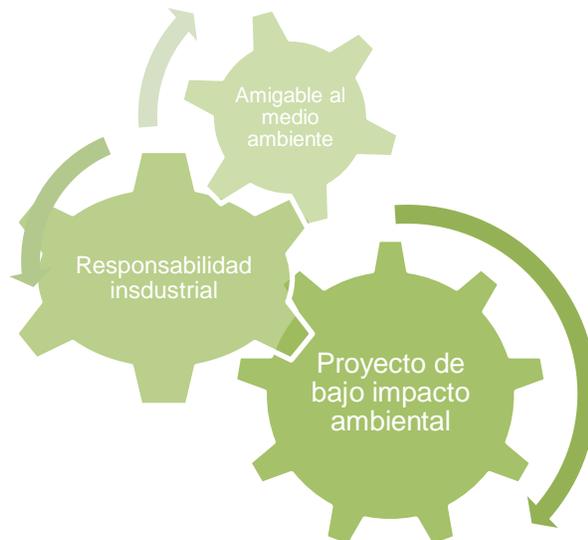
## 5. SEGUIMIENTO O MEJORA

### 5.1. Escenario ambiental modificado

Este proyecto se ubica dentro de un área rural, alejado de viviendas; sus colindancias son terrenos destinados al pastoreo y agricultura. No se realizará ninguna modificación en la flora o fauna local; no se removerán árboles.

La tierra que se genere en el proceso de excavación para la construcción de las criptas será depositada en las partes irregulares del terreno, para rellenarlo; por consiguiente, se realizará un sistema de barreras para el manejo y conservación de suelos, para evitar la erosión. Esto, para cumplir con los requerimientos para poder operar.

Figura 25. **Garantías relacionadas al medio ambiente**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word 2019.

### **5.1.1. Pronóstico de la calidad ambiental del área de influencia**

De acuerdo con la información presentada en este estudio y con base en la escala del proyecto, se concluye que la calidad ambiental del área de influencia, directa e indirecta, no se verá afectada; por otro lado, se han considerado las medidas de mitigación pertinentes.

En términos generales la calidad ambiental del entorno no sufrirá cambios perceptibles y directos, aún para los residentes aledaños. Asimismo, al estar concluido el proyecto, la imagen paisajística no cambiará de forma significativa.

Con la aplicación de las medidas de mitigación en el presente documento, lo que se pretende es que las modificaciones de calidad ambiental sean mínimas. Asimismo, con el monitoreo y seguimiento se pretende minimizar disminuir o eliminar los impactos negativos y potencializar los impactos positivos.

### **5.1.2. Síntesis de compromisos ambientales**

En este enfoque lo que se pretende es garantizar que los posibles impactos sean mínimos o compensados.

Tabla XVIII. **Síntesis de compromisos ambientales en construcción**

<b>Componente</b>	<b>Variable ambiental</b>	<b>Medida de mitigación</b>
<i>Ambiente físico</i>	Aire (generación de partículas en suspensión, polvo, malos olores y emisión de ruidos).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los propietarios de la maquinaria y vehículos de transporte que ingresen materiales constructivos hacia el proyecto pasen las inspecciones reglamentarias y que cumplan con la legislación vigente en materia de emisiones y ruidos.</li> <li>• Los vehículos deberán de apagar el motor al momento de estar en el área de carga y descarga para evitar producir gases de combustión de manera innecesaria.</li> <li>• Se debe evitar la quema de cualquier planta, vegetación o basura.</li> <li>• La maquinaria debe utilizar en un horario diurno de 7 a. m. a 5 p. m.</li> </ul>

Continuación de la tabla XVIII.

	Edáfico y lítico	<ul style="list-style-type: none"><li>• La tierra que se genere del proceso de excavación será depositada en las partes irregulares del terreno, para rellenarlo.</li><li>• Para el consumo humano de agua, se proveerá de tipo embotellada.</li><li>• Cuando se requiera agua para la construcción de la loza, se colocará manguera, y, por gravedad, la conduzca del pozo o del tanque hacia el área de operación. Al finalizar cualquier proceso que requiera de la utilización de agua debe recogerse para evitar el desperdicio.</li><li>• El agua residual de los procesos será reutilizada para las mezclas de cemento para la construcción de las criptas.</li><li>• Cuando se hagan movimientos de tierras se alterará el drenaje natural; para ello se hará la protección de suelo y canalización del agua hacia las partes bajas de la propiedad.</li><li>• Para proteger la construcción, se construirá una cuneta para evacuar el agua de lluvia sin perjudicar el área donde se encapsulará y se almacenará asbesto.</li><li>• Para el manejo y la disposición final de excretas se contratará una empresa que alquile sanitarios portátiles y que se haga cargo de la disposición final. Se contará con un servicio sanitario por cada 15 colaboradores.</li><li>• Para hacer mezclas de concreto se contará con un balde específico o batea, para evitar hacerlas directamente sobre el suelo.</li></ul>
--	------------------	--

Continuación de la tabla XVIII.

<i>Ambiente terrestre</i>	Flora y fauna	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se modificará la flora o fauna local. El proyecto se realizará en zona plana del terreno y no se removerán árboles.</li> <li>• Se incentivará y concientizará a los empleados sobre el debido respeto a la naturaleza.</li> </ul>
	Paisajes	Existirá un impacto mínimo al paisaje.
<i>Ambiente socioeconómico</i>	Población (riesgos a la salud en general)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La empresa proveerá del equipo de protección personal y deberá dar capacitación e inducción sobre su uso correcto.</li> <li>• Se sancionará al personal que no haga uso del equipo de protección durante las diversas fases del proyecto.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word 2019.

### 5.1.3. Menoría descriptiva

El presente Estudio de Impacto Ambiental, más el plan de gestión ambiental, fueron solicitados por el Señor Herbert Estuardo Aché Ortiz, de nacionalidad Guatemalteca, identificado con Documento Personal de Identificación 2632294910101, quien actúa en calidad de propietario de la Entidad Mercantil de nombre o razón social AGROINSUMOS ACHÉ, la cual figura en el Registro Mercantil General de la República, según Patente de Comercio con número de Registro 348455, folio 315 y libro 310 de empresas mercantiles; categoría Única, inscrita el 30 de Marzo de 2004; su número de Identificación Tributaria es 622371-0.

Con el objetivo de cumplir con las normas establecidas por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de este país, se presenta el siguiente documento ante el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales que contiene: el Estudio de Impacto Ambiental para la disposición final de desechos de asbesto y el plan de gestión ambiental del proyecto denominado *Estudio de impacto ambiental para la disposición final de desechos de asbesto, ubicado en el kilómetro 21, carretera que conduce de aldea Lo De Reyes hacia Aldea El Tizate, Municipio de San Pedro Ayampuc, departamento de Guatemala.*

La zona de influencia del proyecto en el área de criptas es rural y específicamente de pastoreo, agrícolas y bosque. Los posibles agentes de contaminación que se producirán, principalmente en las etapas construcción y operación, son mitigables.

La finalidad de la creación de este proyecto es ofrecer a la población una alternativa más de servicios de disposición adecuado de materiales con asbesto (duralita), el cual contará con las condiciones adecuadas para su encapsulamiento, según las leyes del país.

La elaboración de este estudio estuvo a cargo del Ingeniero Agrónomo Herbert Estuardo Aché Ortiz, colegiado activo 3523 y licencia del MARN 455.

Como resultado de este, se establece que existe compatibilidad y viabilidad ambiental donde funcionará el proyecto, especialmente por la vocación general del área, en virtud de que todos los posibles impactos negativos que puede generar son mitigables y que los aspectos positivos son de gran valor para la economía local, por el empleo generado directa e indirectamente en la zona, así como por el impacto positivo en la salud humana en general.

### **5.1.3.1. Síntesis de la evaluación de los impactos ambientales**

Después de analizar las matrices de identificación y evaluación de impactos, se puede decir que los significativos son:

- Incremento en el ruido
- Contaminación del suelo y subsuelo
- Al ambiente a través de partículas de polvo

Todos estos riesgos negativos son mitigables; para el efecto, se deben considerar las medidas de mitigación descritas en cada uno de los ítems.

### **5.1.3.2. Seguimiento y vigilancia ambiental**

AGROINSUMOS ACHÉ coordinará y realizará los monitoreos ambientales, abordando aspectos de control de calidad, las medidas de mitigación y los planes para eliminar los impactos ambientales negativos; además, se considerarán las medidas de seguridad y protección al personal.

Tabla XIX. Programa de monitoreo ambiental

No.	Aspectos por considerar	Situación actual			Frecuencia de chequeo	Responsable	Acciones correctivas	Firma		
		Aplica		Buena					Regular	Mala
		Si	No							
<b>1</b>				<b>Manejo de desechos solidos</b>						
1.1	Separación de desechos solidos				Diario					
1.2	Almacenamiento temporal de desechos				Diario					
1.3	Transporte y disposición final por el tren de aseo municipal				Semanal					
<b>2</b>				<b>Calidad de la atmosfera</b>						
2.1	Generación de polvo				Diario					
2.2	Generación de ruido				Diario					
2.3	Generación de malos olores				Diario					



### **5.1.3.3. Inspección y mantenimiento de material y equipo**

AGROINSUMOS ACHÉ inspeccionará diariamente equipo, maquinaria y vehículos, para que estos cumplan con condiciones favorables para el desarrollo del trabajo, y así mitigar los impactos en el ambiente y la salud.

### **5.1.4. Política ambiental**

Con el presente instrumento ambiental se demuestra la conciencia y disponibilidad de realizar inversiones para asegurar una opción donde, en comunión con el medio ambiente, se pueda disponer, de manera adecuada y consciente, todo material que contenga asbesto, sin perjudicar a la población local. Además, se considera la ejecución de todas las medidas propuestas para mitigar los posibles impactos adversos que el proyecto puede generar al momento de su ejecución, operación y abandono.

### **5.1.5. Seguimiento y calendarización de actividades**

La empresa AGROINSUMOS ACHÉ, realizará las siguientes actividades para cumplir con las leyes ambientales y operacionales para el buen funcionamiento del proyecto durante las etapas de su vida útil.

Tabla XX. Seguimiento y calendarización de actividades

Semanas		2	4	6	8	10	12	14	N
ACTIVIDAD									
Planificación		X							
Bodega y guardianía		X							
Eliminación de material vegetal existente		X	X						
Acarreo de materiales		X	X	X	X	X	X	X	
Clasificación de desechos		X	X	X	X	X	X	X	X
Trazo de niveles y excavación		X	X	X	X	X			
Construcción unidades				X	X	X	X	X	
Instalaciones de drenajes								X	X
Construcción de techo móvil									X
Alisamiento de paredes									X
Alisamiento de pisos									X
Inicio de operación, capacitación en operación y mantenimiento							X	X	X
Evacuación de desechos sólidos y líquidos			X	X	X	X	X	X	X

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word 2019.



## CONCLUSIONES

1. El cuerpo completo del trabajo de investigación intentará contribuir con el desarrollo de un instrumento ambiental con bases legales y normas eficientes que regulan el cuidado y la preservación del ambiente.
2. Se diseñó el extenso plan de gestión ambiental, trabajando en conjunto con AGROINSUMOS ACHÉ, quienes en su tutela otorgaron herramientas eficientes que forman parte del presente trabajo de investigación.
3. El manejo de asbesto en Guatemala compromete a miles de ciudadanos; con la falta de regulaciones legales para el manejo de las disposiciones finales, se ve la urgente necesidad de desarrollar programas eficientes por la iniciativa privada y la academia.
4. Las normas legales consultadas determinan diferentes procedimientos y procesos necesarios para el manejo de los desechos formados de asbestos y derivados; la disposición final no se encuentra aún regulada en el país.
5. El programa propuesto cumple los objetivos principales de un programa de salud y seguridad ocupacional, respetando los artículos necesarios del Decreto 229-2014 Salud y Seguridad Ocupacional.
6. Los diferentes aspectos que se consideraron dentro de la propuesta serían principalmente para garantizar la preservación, cuidado y mejora

de la salud del recurso humano que podría encontrarse en contacto directo con dichos residuos.

7. Los límites y áreas circundantes necesarias se detallan con exactitud y claridad en los apartados correspondientes, además de acompañar el trabajo de investigación con material fotográfico que garantice el uso apropiado y óptimo para desarrollar el proyecto de AGROINSUMOS ACHÉ.

## RECOMENDACIONES

1. Implementar y dar continuidad al instrumento ambiental propuesto, considerando que se respetan las normas y reglamentos legales necesarios. AGROINSUMOS ACHÉ estará beneficiando a un grupo diverso de la sociedad guatemalteco con la ejecución de este.
2. Proveer el seguimiento necesario al plan de gestión ambiental propuesto con la metodología avalada por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
3. Comprometerse como ciudadano, industria y Gobierno Central, con la implementación de un programa eficiente para el manejo del asbesto y sus derivados, para garantizar la preservación de los niveles de salud en la sociedad civil expuesta y sin conocimiento.
4. Definir el criterio correcto conforme a las disposiciones legales emitidas por el Gobierno Central y Congreso de la República que indican algunas pocas formas sobre el cuidado y manejo de los desechos de asbesto, fabricación, producción y manipulación.
5. Mediar el desarrollo de la metodología eficiente que velará por cumplir los objetivos principales propuesto por AGROINSUMOS ACHÉ para el manejo adecuado de las disposiciones finales del asbesto y sus derivados.

6. Mejorar los niveles de seguridad industrial de los operarios que se encuentran en constante exposición con el asbesto y sus derivados, quienes presentarán los servicios para AGROINSUMOS ACHÉ.
  
7. Respetar los límites establecidos para implementar el proyecto necesario, además de preservar y garantizar la continuidad de la flora y fauna en el entorno de la comunidad de San Pedro Ayampuc, así como destacar programas de reforestación que incrementen la fiabilidad del proyecto.

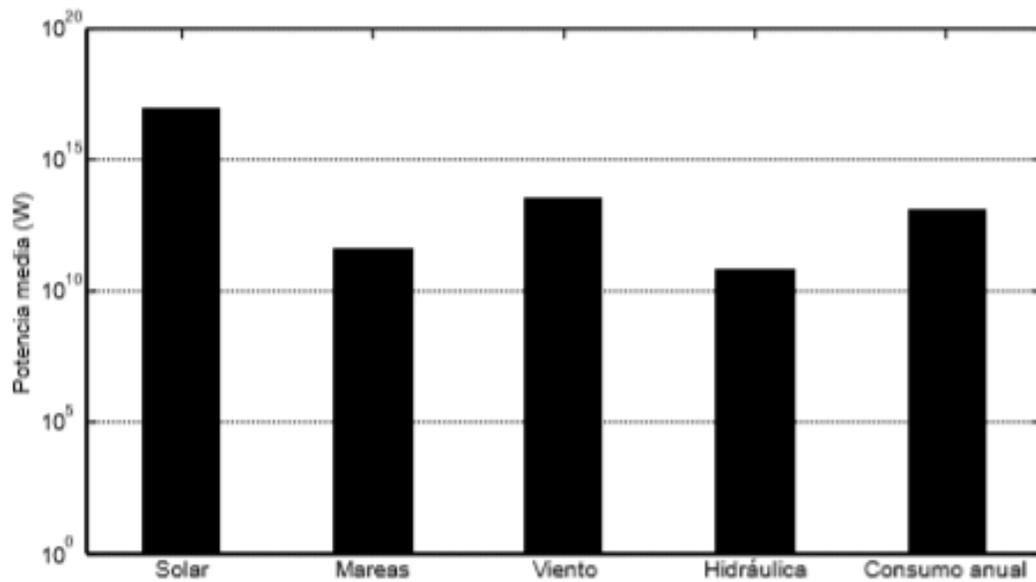
## BIBLIOGRAFÍA

1. CHIAVENATO, Idalberto. *Administración de recursos humanos*. tr. Villamizar, German A. 5a ed. Bogotá: McGraw-Hill, 2001. 699 p.
2. FERRÍN GUTIÉRREZ, Arturo. *Gestión de Stock en la Logística de Almacenes*. 2a ed. Madrid, España: Fundación CONFEMETAL, 2007. 211 p. ISBN 978-84-96743-38-0.
3. KOONTS, Harold; WEIHRICH, Heinz; CANNICE, Mark. *Administración: una perspectiva global y empresaria*. tr. Ortiz Staines, Manuel. 13a ed. México: McGraw-Hill, 2008. 667 p. ISBN 970-103-949-1.
4. LANDY, Frank; CONTE, Jeffrey. *Psicología industrial*. México: McGraw-Hill, 2005. 680 p.
5. MARTÍNEZ PEDROS, Daniel; MILLA GUTIÉRREZ, Artemio. *La Elaboración del Plan Estratégico y su implantación a través del Cuadro de Mando Integral*. Madrid, España: Díaz de Santos, 2012. 366 p. ISBN 978-84-9969-4177.
6. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Guatemala. *Decreto Número 90-97 código de salud*. [en línea]. <[http://www.mspas.gob.gt/index.php/component/jdownloads/send/9-numeral6manuales-de-procedimientos/64-codigo-desalud?option=com\\_jdownloads](http://www.mspas.gob.gt/index.php/component/jdownloads/send/9-numeral6manuales-de-procedimientos/64-codigo-desalud?option=com_jdownloads)>. [Consulta: junio 2019].

7. PAIN, Abraham. *Cómo realizar un proyecto de capacitación: un enfoque de la ingeniería de la capacitación*. tr. Sero de Bottinelli, Cristina A. Argentina: Granica, 1989, 205 p.
  
8. TENNANT, Geoff. *Six Sigma, control estadístico del proceso y administración total de la calidad en manufactura y servicios*. 3a ed. México: Panorama Editorial, 2007. 238 p.

## ANEXO

Anexo 1. **Comparación logarítmica entre potencias renovables y el consumo energético mundial medio**



Fuente: Comisión nacional de Energía eléctrica.

