

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
CARRERA DE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL Y PLAN DE ACTIVIDADES DE GESTIÓN
AMBIENTAL DESARROLLADAS EN AGROGENERADORA S.A, ALDEA
JOCOTILLO, VILLA CANALES, GUATEMALA, 2022.**



**THANNIA MISHELLE RAMOS ARCHILA
201641828**

CHIQUMULA, GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2022.

Chiquimula, 14 de Noviembre de 2022

Comisión de Ejercicio Profesional Supervisado
Ingeniería en Gestión Ambiental Local
Centro Universitario de Oriente

Apreciables miembros de la CEPSEGAL:

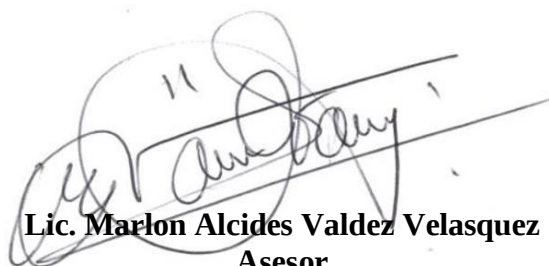
Respetuosamente me dirijo a ustedes deseándole éxito en sus actividades diarias.

El motivo de la presente nota es para hacer de su conocimiento que he tenido a bien revisar el Plan de Servicios de EPS de la estudiante **THANNIA MISHALLE RAMOS ARCHILA**, carné 201641828, titulado **DIAGNÓSTICO AMBIENTAL Y PLAN DE ACTIVIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL A DESARROLLAR EN AGROGENERADORA, S.A. ALDEA JOCOTILLO, VILLA CANALES, GUATEMALA, 2022.**

El cual reúne los requisitos mínimos para su entrega final y definitiva.

Agradeciendo la atención a la presente, me despido respetuosamente.

Atentamente,



Lic. Marlon Alcides Valdez Velasquez
Asesor
Carrera de Gestión Ambiental Local – CUNORI –

Chiquimula, noviembre de 2022

Comisión de Ejercicio Profesional Supervisado
Ingeniería en Gestión Ambiental Local
Centro Universitario de Oriente

Apreciables miembros de la CEPSEAL:

Respetuosamente me dirijo a ustedes deseándole éxito en sus actividades diarias.

El motivo de la presente nota es para hacer de su conocimiento que he tenido a bien revisar el Informe Final de EPS de la estudiante **THANNIA MISHALLE RAMOS ARCHILA**, carné **201641828**, titulado **DIAGNÓSTICO AMBIENTAL Y PLAN DE ACTIVIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL DESARROLLADAS EN AGROGENERADORA S.A, ALDEA JOCOTILLO, VILLA CANALES, GUATEMALA, 2022**; el cual reúne los requisitos mínimos para su entrega final a las instancias correspondientes.

Agradeciendo la atención a la presente, me despido respetuosamente.

Atentamente,



Ing. Agr. Dayryn E. Girón de Zuquino
Revisora CEPSEAL
Carrera de Gestión Ambiental Local – CUNORI –

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo General	3
2.2 Objetivo Específicos	3
3. INFORMACIÓN INSTITUCIONAL	4
3.1 Datos generales de la unidad de práctica	4
3.1.1 Nombre	4
3.1.2 Tipo de organización	4
3.1.3 Misión	4
3.1.4 Visión	4
3.1.5 Estructura organizacional	5
3.1.6 Ubicación geográfica y área de influencia institucional	9
3.2 Intervenciones institucionales recientes	10
3.3 Unidad de intervención del EPS	11
4. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN	12
4.1 Caracterización del entorno	12
4.1.1 Características biofísicas generales	12
4.1.2 Características socioeconómicas generales	16
4.2 Descripción de la unidad de intervención	19
4.2.1 Características generales	19
4.2.2 Principales actividades y/o procesos dentro del área	31
4.2.3 Principales problemas e impactos ambientales identificados	36

5. PLAN DE ACTIVIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL A DESARROLLAR	42
5.1 Actualización del Plan de Gestión Ambiental de la empresa Agrogeneradora, S.A.	42
5.2 Formulación de una Política Ambiental para la empresa Agrogeneradora, S.A.	45
5.3 Elaboración de una guía práctica para el manejo de residuos y desechos sólidos comunes en Agrogeneradora, S.A.	48
6. CONCLUSIONES	51
7. RECOMENDACIONES	52
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
9. ANEXOS	56

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Intervenciones institucionales recientes de AGROGENERADORA, S.A. en los años correspondientes del 2019 al 2021.	10
Cuadro 2. Listado de equipo utilizado en Agrogeneradora, S.A.	21
Cuadro 3. Listado de vegetación en el área de Agrogeneradora, S.A.	29
Cuadro 4. Listado de especies de animals en el área de Agrogeneradora, S.A.	30
Cuadro 5. Análisis del problema: Deficiencia en la gestion de residuos y desechos sólidos generados por los empleados dentro de la granja Kaxin y Agrogeneradora.	36
Cuadro 6. Análisis del problema: Contaminación atmosférica generada por mal olor emitido por la materia orgánica sólida y líquida almacenada en los tanques de recepción.	38
Cuadro 7. Análisis del problema: Brote de plaga de mosca doméstica (M. doméstica).	38
Cuadro 8. Análisis del problema: Acumulación excesiva del calcio que se extrae del tanque de recepción y de azufre que se extrae del desulfurizador.	39
Cuadro 9. Análisis del problema: La operación de la empresa genera múltiples impactos ambientales que limitan el desempeño ambiental y se tiene como meta la certificación con la Norma ISO 14001.	40
Cuadro 10. Análisis del problema: Contaminación del suelo y manto freático.	41
Cuadro 11. Evaluación de la actividad Actualización del Plan de Gestión Ambiental de Agrogeneradora, S.A.	44
Cuadro 12. Evaluación de la actividad Formulación de una Política Ambiental para Agrogeneradora, S.A.	47
Cuadro 13. Evaluación de la actividad Guía Práctica para el Manejo de Desechos y Residuos Sólidos Comunes en Agrogeneradora, S.A.	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura Organizacional de AGROGENERADORA, S.A.	7
Figura 2. Estructura General Organizacional de GRUPO CENTRAL AGRÍCOLA.	8
Figura 3. Área de influencia de AGROGENERADORA, S.A.	9
Figura 4. Mapa de ubicación de AGROGENERADORA, S.A.	11
Figura 5. Mapa de zonas de vida según Holdridge para el municipio de Villa Canales, Guatemala.	13
Figura 6. Mapa del Uso del Suelo del municipio Villa Canales, Guatemala.	15
Figura 7. Mapa de la intensidad del uso del suelo.	16
Figura 8. Mapa clasificación de vulnerabilidad nutricional según prevalencia de desnutrición crónica por municipio.	18
Figura 9. Diagrama general del funcionamiento de la planta Agrogeneradora, S.A.	35

1. INTRODUCCIÓN

La biomasa es aquella materia orgánica, de origen vegetal o animal, que puede ser utilizada como fuente para producir energía térmica, biogás (para generar electricidad o calor) o biocombustibles. La biomasa es más económica que los tipos convencionales de energía, que se producen a partir de combustibles fósiles. Además, es una fuente de energía renovable, más segura y más limpia que los combustibles tradicionales ya que por su forma de combustión emite menos gases dañinos al ambiente.

Agrogeneradora, S.A. es la unidad de negocio de Grupo Central Agrícola que cuenta con la primera planta industrial generadora de biogás en Centroamérica, la cual produce energía renovable con los desechos orgánicos propios y externos con el fin de preservar el medio ambiente. Este proyecto de generación de energía eléctrica tiene como principal fuente de materia prima la gallinaza sólida y líquida que se obtiene de la empresa aledaña Granja Kaxin, S.A.

Como parte del pensum y requisito de graduación de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local se realizó el Ejercicio Profesional Supervisado -EPS- en la empresa Agrogeneradora, S.A. la cual se encuentra ubicada en la finca Rancho K, kilómetro cincuenta y dos punto ocho (52.8) carretera a Guanagazapa en aldea El Jocotillo, municipio de Villa Canales, departamento de Guatemala, abarcando como área de influencia el municipio de Villa Canales.

La realización del EPS abarcó la ejecución de un diagnóstico ambiental y un plan de servicios, enfocados en atender las necesidades y prioridades de la empresa. A través del diagnóstico ambiental se logró un análisis de las problemáticas de la empresa y la caracterización del área de intervención.

En el documento se describe y detallan en el plan de servicios, las actividades realizadas en la empresa Agrogeneradora, S.A. el cual se desarrolló en un periodo comprendido entre los meses de febrero a julio del año 2022 en la aldea El Jocotillo,

Villa Canales donde se encuentra ubicada la empresa. Con la finalidad de poner en práctica los conocimientos adquiridos durante la carrera se desarrollaron las siguientes actividades: Actualización del Plan de Gestión ambiental de la empresa, formulación de una política ambiental, monitoreo de los compromisos ambientales adquiridos ante el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y la elaboración de una guía práctica para el manejo de los residuos y desechos sólidos comunes generados en las empresas Agrogeneradora, S.A. y Granja Kaxin, S.A.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Apoyar en las actividades que ejecuta la empresa AGROGENERADORA, S.A. especialmente en el ámbito de gestión ambiental con el fin de mejorar el manejo de los recursos naturales y los procesos de producción con un enfoque sostenible.

2.2 Objetivo Específicos

- Elaborar un diagnóstico ambiental de la empresa que permita conocer su situación actual, sus debilidades y sus potencialidades.
- Planificar y ejecutar actividades que contribuya al mejoramiento de la gestión ambiental de la empresa.

3. INFORMACIÓN INSTITUCIONAL

3.1 Datos generales de la unidad de práctica

3.1.1 Nombre

Agro-Generadora, Sociedad Anónima (AGROGENERADORA, S.A.).

3.1.2 Tipo de organización

Agrogeneradora, S.A. es la unidad de negocio de Grupo Central Agrícola dedicada a la transformación de desechos orgánicos para la producción de energía eléctrica limpia a través de la primera planta industrial generadora de biogás en Centroamérica.

Para fines prácticos se describen la misión y visión de Grupo Central Agrícola, puesto que la planta Agrogeneradora aún no cuenta oficialmente con una. De igual manera, se detalla la estructura organizacional de Grupo Central Agrícola de manera general y posteriormente se especifica para el proyecto Agrogeneradora, S.A.

3.1.3 Misión

La misión de Grupo Central Agrícola es entregar soluciones alimentarias oportunas y confiables mediante la integración de los servicios y procesos de la cadena de suministros agropecuarios.

3.1.4 Visión

La visión de Grupo Central Agrícola es ser el líder en la creación y desarrollo permanente de una alimentación balanceada.

3.1.5 Estructura organizacional

De acuerdo a Grupo Central Agrícola (2020, son una empresa líder en productos y servicios agropecuarios en Centroamérica, tiene operaciones en Guatemala, Belice, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá. Comenzó sus operaciones en Guatemala desde 1995, actualmente en el país cuenta con cinco unidades de negocio enfocados en la industria agropecuaria, los cuales se describen a continuación:

- **DNA- Desarrollo y Nutrición Animal**

Unidad enfocada en desarrollar y comercializar ingredientes y productos terminados para la nutrición animal en el sector agropecuario de la región, donde los productos están diseñados a la medida según las necesidades de cada cliente.

- **Agro-Importaciones**

Unidad encargada de distribuir y comercializar granos y productos oleaginosos para el sector pecuario y la agroindustria alimentaria.

- **Servicios Graneleros**

Unidad encargada de transportar granos, harinas, cereales, aceites, alcohol, azúcar y carbón mineral en el territorio nacional.

- **CIAGSA- Comercial Integrada Agrícola**

Unidad encargada de incursionar en la producción avícola; se producen huevos en un ambiente con altos estándares de higiene y nutrición a través de Kaxin, S.A. posteriormente se comercializa por CIAGSA a distribuidores y consumidores finales, siendo respaldados por el reconocimiento de la marca de mayor venta Don Yemo.

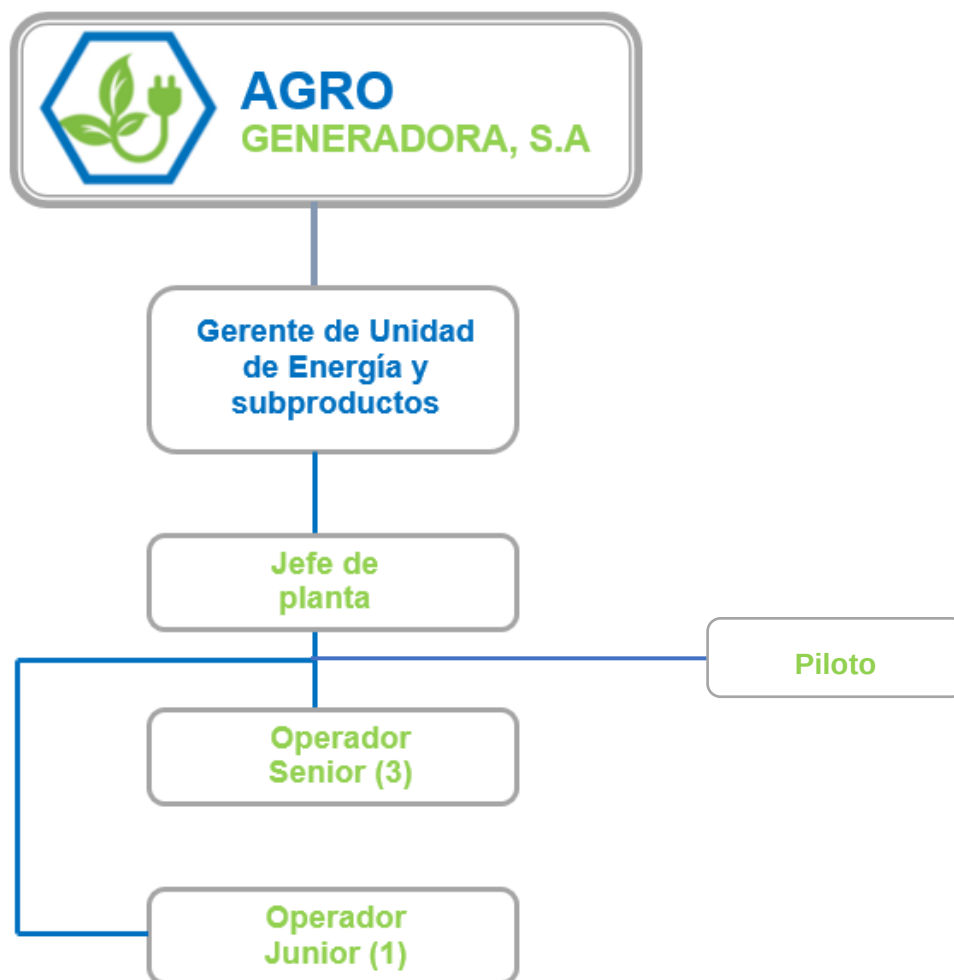
- **Agrogeneradora, S.A.**

Es la unidad de negocio de Grupo Central Agrícola que cuenta con la primera planta industrial generadora de biogás en Centroamérica, la cual produce energía renovable con los desechos orgánicos propios y externos con el fin de preservar el medio ambiente.

La estructura organizacional de Grupo Central Agrícola es compleja ya que actualmente se encuentra conformada por cinco empresas, donde cada una de ellas cumple y respeta un nivel jerárquico, para cada empresa hay un gerente general. Existen alrededor de 400 puestos de trabajo en Guatemala siendo AGROGENERADORA, S.A. la que menos personal cuenta.

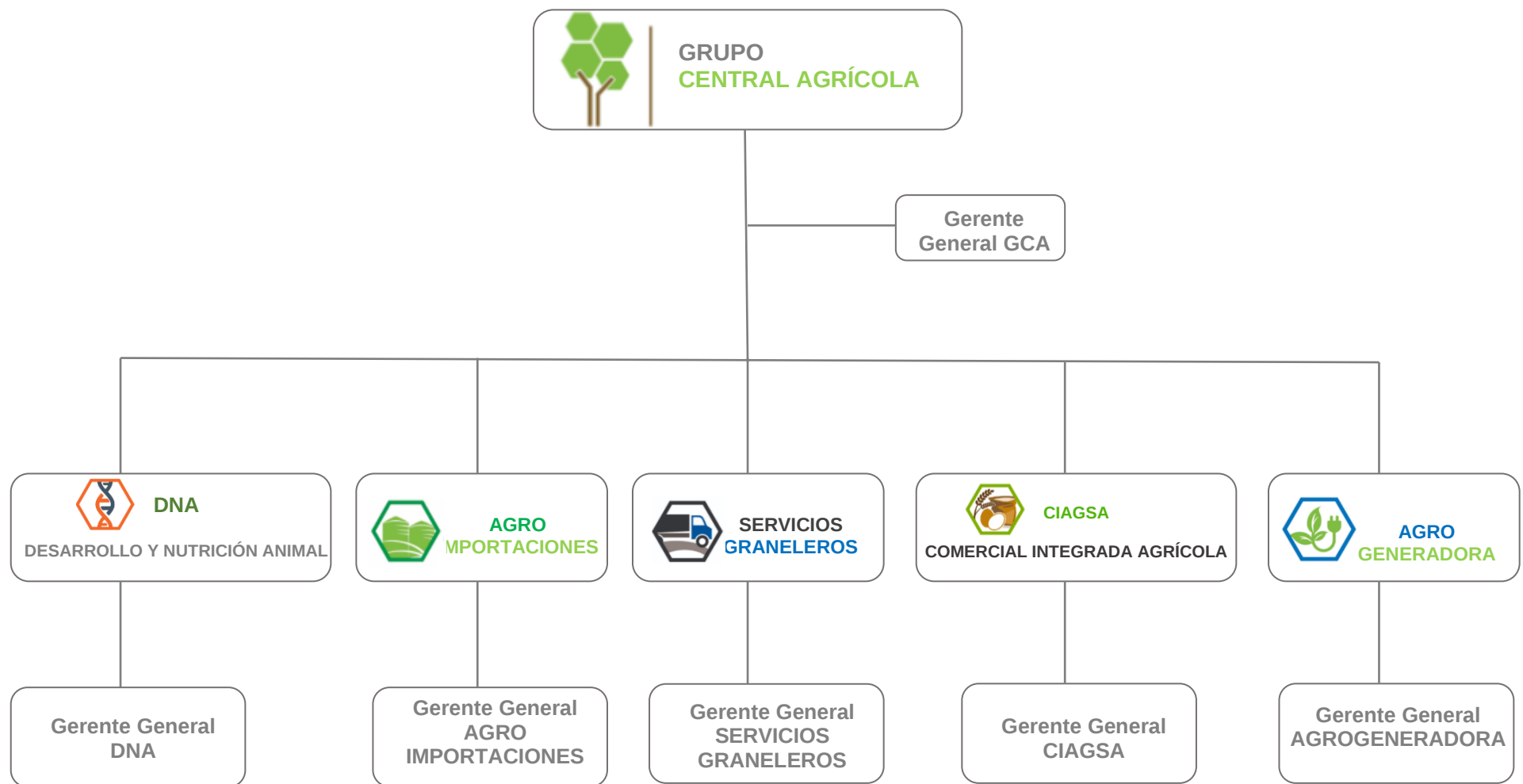
AGROGENERADORA, S.A. empresa donde se realizó el EPS, en el departamento de unidad de energía y subproductos, está conformada por un Gerente de Unidad de Energía y Subproductos, un jefe de planta, tres operadores senior, un operador junior y un piloto de camión cisterna. En la figura 1 se puede identificar los niveles, relación y comunicación existentes o idóneos para el buen funcionamiento de la empresa.

Figura 1. Estructura Organizacional de AGROGENERADORA, S.A.



Fuente: AGROGENERADORA, S.A. 2022

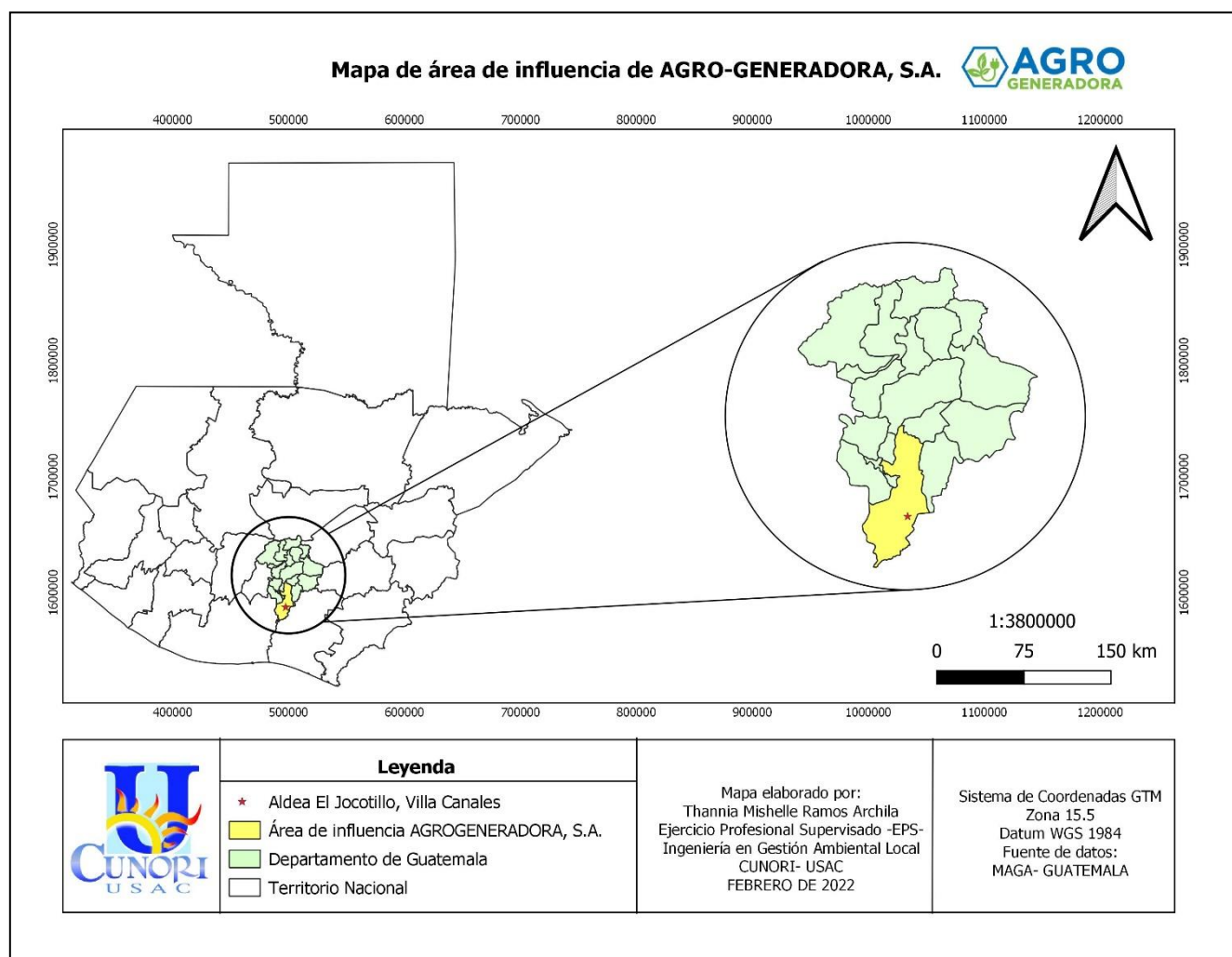
Figura 2. Estructura General Organizacional de GRUPO CENTRAL AGRÍCOLA.



3.1.6 Ubicación geográfica y área de influencia institucional

AGROGENERADORA, S.A. se encuentra ubicada en la finca Rancho K, kilómetro 52.8 carretera a Guanagazapa en aldea El Jocotillo, municipio de Villa Canales, departamento de Guatemala. Las coordenadas geográficas de la empresa son: 14°17'34.08" latitud Norte y 90°32'15.33" longitud Oeste del Meridiano de Greenwich. Su área de influencia directa corresponde al municipio de Villa Canales y su área de influencia indirecta se establece a través del sistema de distribución y provisión de energía eléctrica a nivel nacional, ya que es por medio de esta donde se comercializa la energía generada.

Figura 3. Área de influencia de AGROGENERADORA, S.A.



3.2 Intervenciones institucionales recientes

Cuadro 1. Intervenciones institucionales recientes de AGROGENERADORA, S.A. en los años correspondientes del 2019 al 2021.

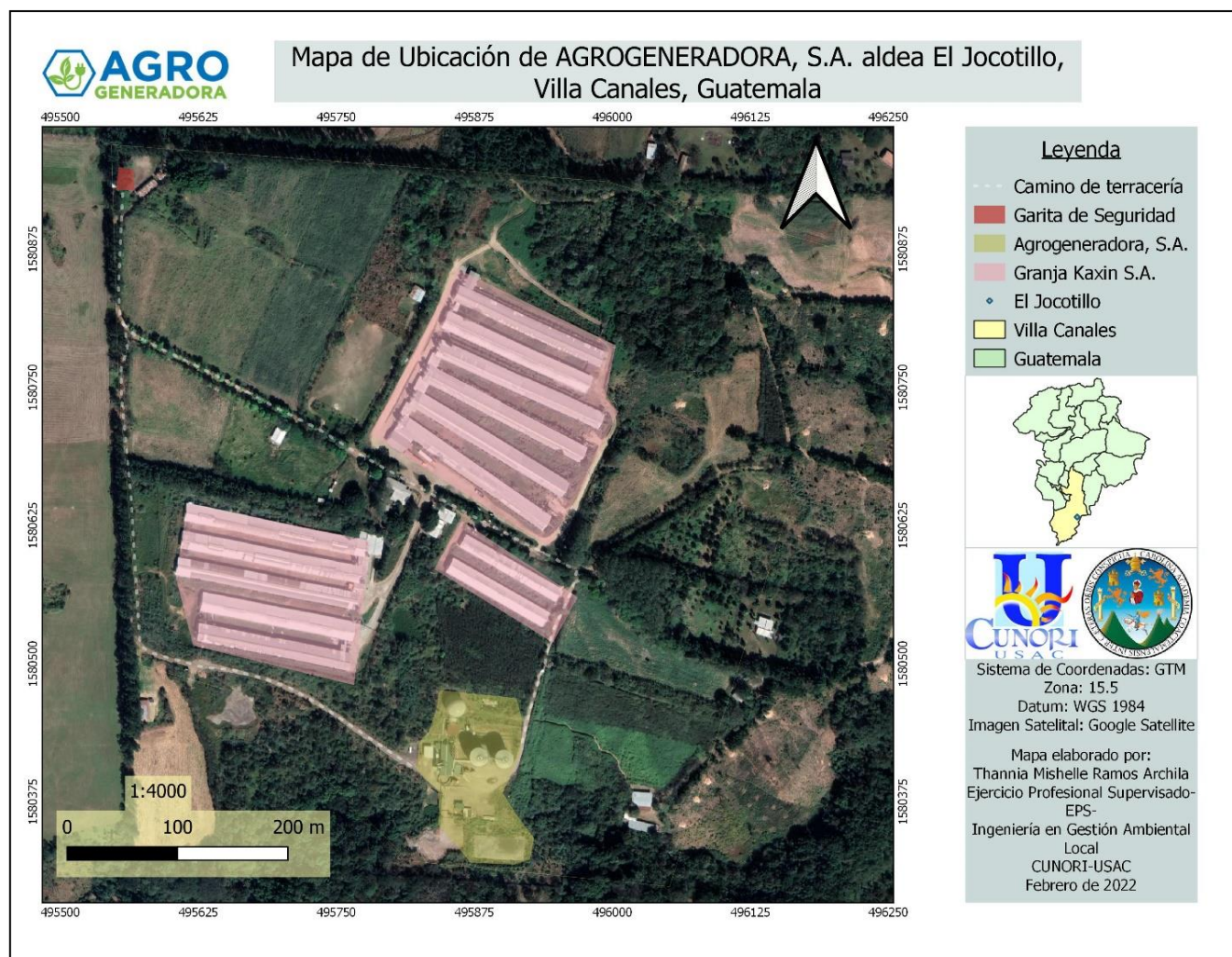
No.	Nombre de programa / proyecto/ acción	Principales resultados
1	Recolección de gallinaza sólida y líquida de Granja Kaxin, S.A. para la producción de energía eléctrica a partir de la generación de biogás.	Se recolecta alrededor de 27,375 metros cúbicos de gallinaza al año en donde se produce en promedio 2,950 MW/año.
2	Participación en diplomado de Gestión Ambiental impartido por CENTRARSE.	Adquisición de nuevos conocimientos para mejorar la gestión ambiental en la empresa.
3	Participación sobre la actualización del Reglamento para la Gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos comunes que impartió el MARN.	Seguimiento al manejo de los desechos sólidos que genera la empresa con base a lo estipulado en la actualización del reglamento.
4	Participación en foro sobre sostenibilidad industrial impartido por Cámara de la Industria y Centro de Producción Más Limpia.	Adquisición de nuevos conocimientos para poder incrementar sosteniblemente la producción en la empresa.
5	Se realiza alianza informal con la empresa BIOREM para la recolección de desechos orgánicos, apoyo en análisis de desechos orgánicos y tratamiento de desechos sólidos.	Por medio de BIOREM, se ha recolectado desechos de jugos Tampico, leche en descomposición, mayonesa, consomé, esencias, salsa, chile, barbacoa, golosinas, atún que son desechos orgánicos de otras empresas y que ahora se les da un tratamiento.

3.3 Unidad de intervención del EPS

Las actividades realizadas dentro del plan de servicios, se enfocarán en los temas que aborda la unidad de energía y subproductos, entre estos temas se encuentra la producción de energía eléctrica a partir de biogás, el buen manejo de desechos y residuos sólidos, política ambiental de la empresa, certificación ambiental, entre otros. Cabe destacar que algunas actividades también serán ejecutadas en Granja Kaxin, S.A.

El producto final de Agrogeneradora, S.A. tiene jurisdicción en el municipio de Villa Canales; sin embargo, la unidad de intervención está delimitada en las instalaciones de la empresa ubicada en aldea El Jocotillo.

Figura 4. Mapa de ubicación de AGROGENERADORA, S.A.



4. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN

4.1 Caracterización del entorno

Según la información recolectada en el sitio web oficial de la Municipalidad de Villa Canales (2020?):

El municipio de Villa Canales pertenece al departamento de Guatemala, se encuentra ubicado a 22 kilómetros al sur de la ciudad capital de Guatemala, por lo que colinda al norte con la misma y con el municipio de Santa Catarina Pínula, al sur con los departamentos de Escuintla y Santa Rosa; al oeste con los municipios de San Miguel Petapa y Amatitlán; y al este con el municipio de Fraijanes. Las coordenadas geográficas del municipio son: 14°28'58.3" latitud norte y 90°32'2" longitud oeste del Meridiano de Greenwich. Se encuentra a una altitud de 1,220 msnm en su cabecera municipal y cuenta con una extensión territorial de 353 kilómetros cuadrados.

El departamento de energía y subproductos donde se realizará el EPS está ubicada en la empresa Agrogeneradora, S.A. en la finca Rancho K, kilómetro 52.8 carretera a Guanagazapa en aldea El Jocotillo, municipio de Villa Canales, departamento de Guatemala.

4.1.1 Características biofísicas generales

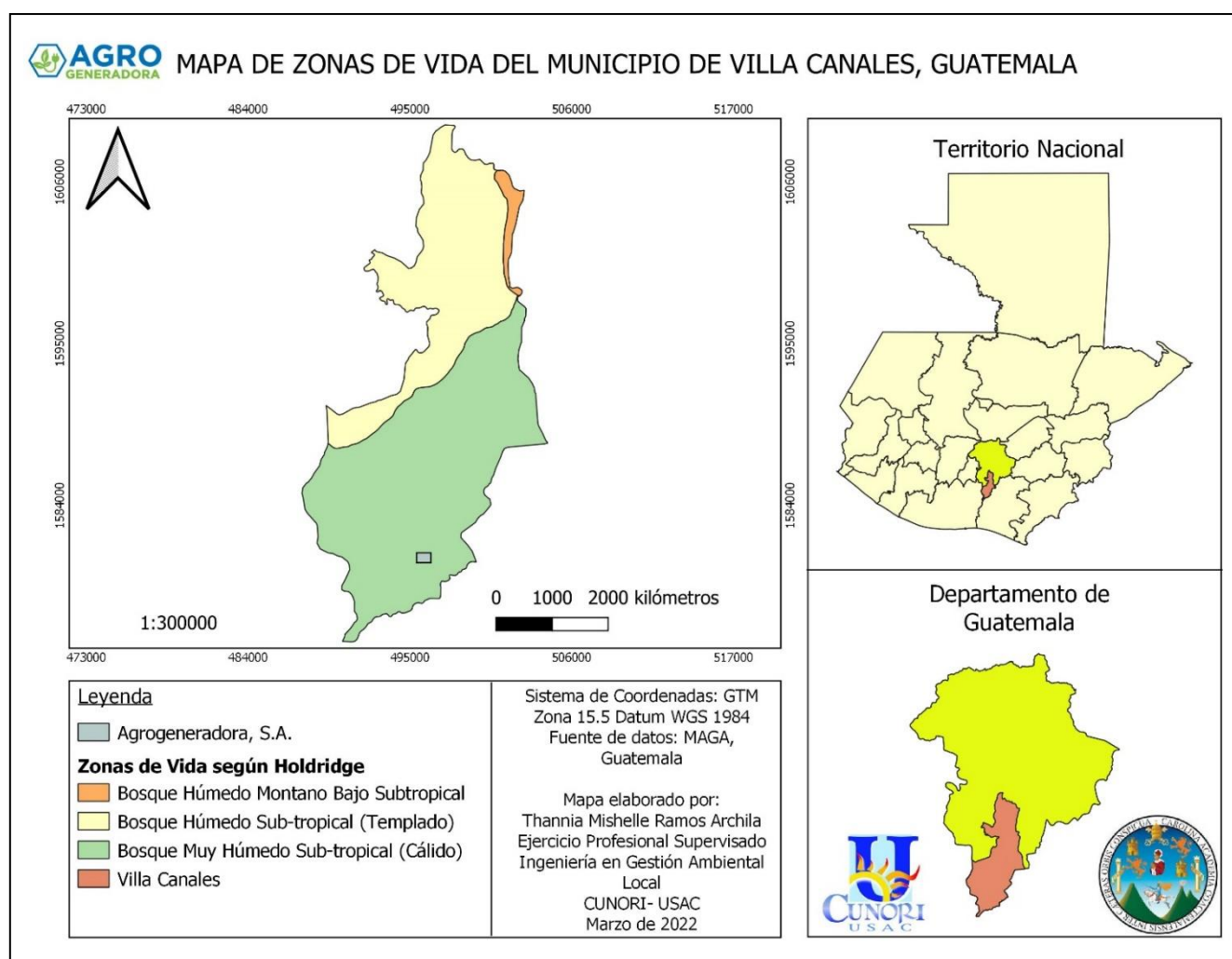
a. Zonas de vida

El municipio de Villa Canales está conformado por tres zonas de vida: Bosque Muy Húmedo Subtropical-cálido (Bmh-s), Bosque Húmedo Subtropical-templado (Bh-s) y Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical (Bh-MBT) (Figura 5).

Las zonas de vida predominante para el municipio corresponden a Bosque Muy Húmedo Subtropical (cálido) y Bosque Húmedo Subtropical (templado). Según Pérez

Irungaray et al. (2018) en su informe Ecosistemas de Guatemala basado en el sistema de clasificación de zonas de vida, para este tipo de zonas la altitud máxima corresponde a 2,209 metros sobre el nivel del mar; una biotemperatura que oscila entre los 18 y 24 °C y una precipitación anual promedio de 2,925 mm. La ubicación de la empresa Agrogeneradora, S.A. forma parte de la zona de vida Bosque Muy Húmedo Subtropical (cálido) (Figura 5).

Figura 5. Mapa de zonas de vida según Holdridge para el municipio de Villa Canales, Guatemala.



b. Clima

Según Weather Spark (2021):

En Villa Canales, la temporada de lluvia es nublada, la temporada seca es mayormente despejada y es caliente durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 14 °C a 28 °C y rara vez baja a menos de 12 °C o sube a más de 30 °C.

La temporada fresca dura 4.5 meses, que empieza en septiembre y termina en enero, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 25 °C. El mes más frío del año en Villa Canales es enero, con una temperatura mínima promedio de 15 °C y máxima de 25 °C.

La temporada de lluvia dura 8.1 meses, iniciando en marzo y finalizando en diciembre con un intervalo móvil de 31 días de lluvia de por lo menos 13 milímetros. El mes con más lluvia en Villa Canales es septiembre, con un promedio de 162 milímetros de lluvia.

c. Uso de la tierra

Para García Ramos (2004):

En la actualidad los niveles freáticos de Villa Canales se están localizando a mayor profundidad a pesar de que este municipio está apto para desarrollarse forestalmente en un 55%. El municipio está conformado por 6,765 hectáreas de vegetación, bosques y cultivos, los cuales también se encuentran en terrenos planos y barrancos que benefician a gran cantidad y variedad de seres vivos.

La composición topográfica de Villa Canales está conformada en un 55% de terreno quebrado o accidentado, pero es aprovechado para cultivos casi en su totalidad, el resto de su jurisdicción la conforman áreas con pendientes entre el

6% y 45%. Esta conformación topográfica se debe a la ubicación del municipio dentro del área que contiene al valle donde se encuentra la ciudad. Las alturas respecto al nivel del mar oscilan entre los 1,250 a 1,600 metros. (p. 30-31)

En la Figura 6, se puede observar que los principales usos de la tierra en el municipio de Villa Canales son principalmente centros poblados, agricultura limpia anual, cultivo de café, pastos naturales y cultivados, bosques latifoliados, coníferas y mixtos.

Figura 6. Mapa del Uso del Suelo del municipio Villa Canales, Guatemala.

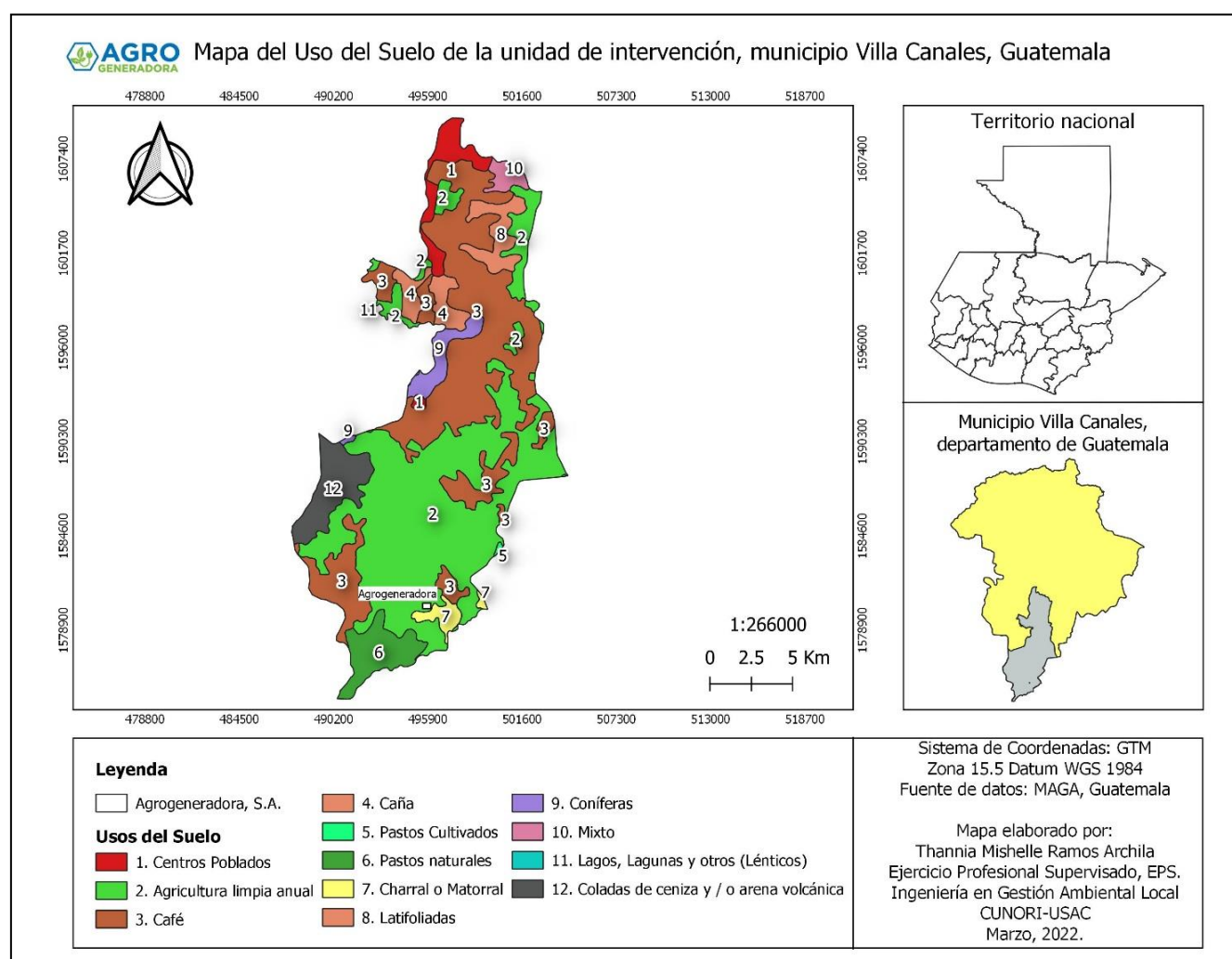
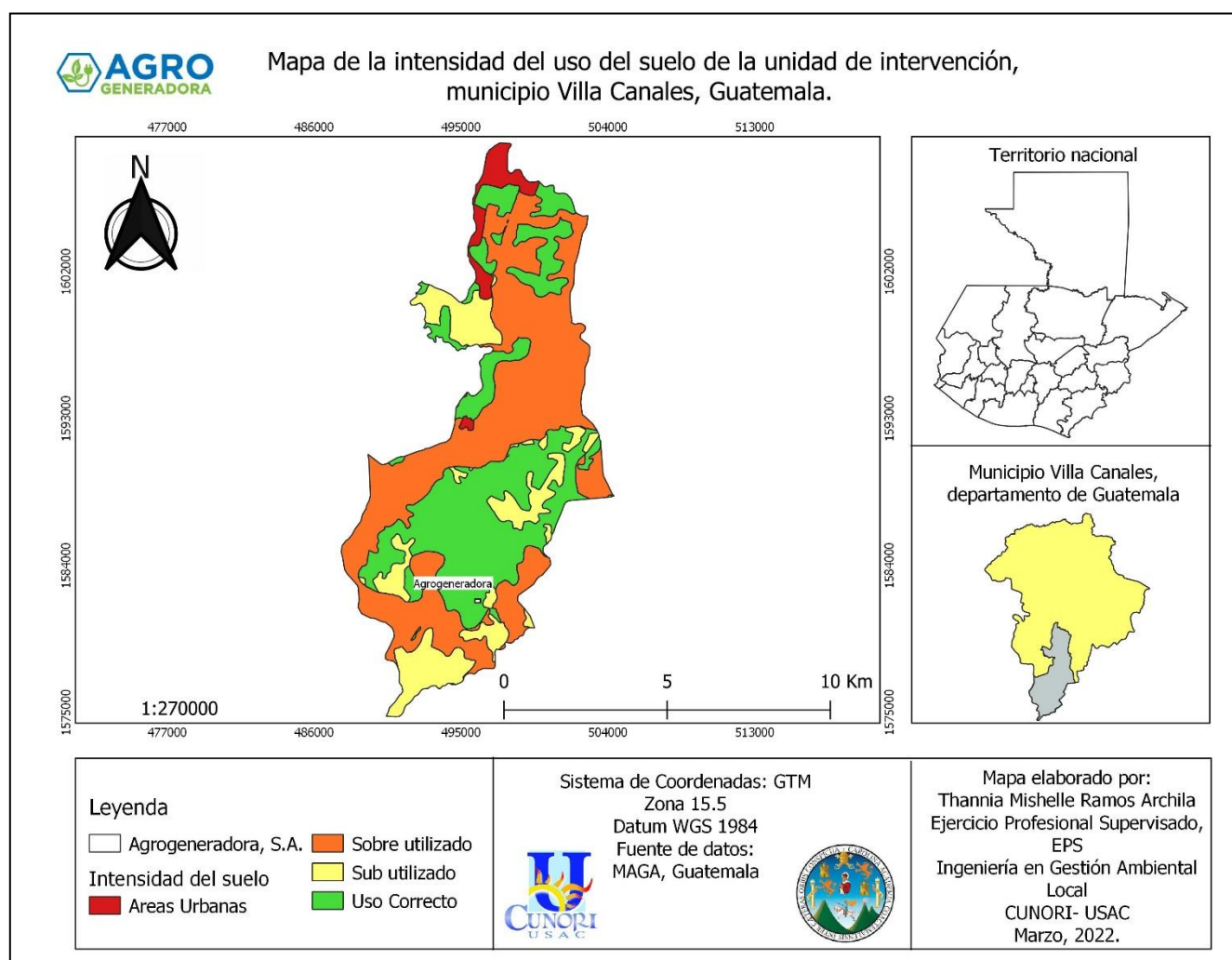


Figura 7. Mapa de la intensidad del uso del suelo.



4.1.2 Características socioeconómicas generales

a. Población

Según estimaciones realizadas por el Censo de Población y Vivienda 2018 para el municipio de Villa Canales, la población se estima en 155,422 habitantes, donde un 79.88 % pertenece a la población urbana y un 20.12 % pertenece a la población rural.

b. Índice de Desarrollo Humano (IDH)

El IDH es un indicador sintético que expresa tres dimensiones básicas del desarrollo humano: salud, educación y nivel de vida. El valor del índice del desarrollo humano puede ser entre 0 y 1, donde 0 indica el más bajo nivel de desarrollo humano, y 1 indica un desarrollo humano alto (PNUD, 2011). De acuerdo con el Informe Nacional de Desarrollo Humano: Desafíos y oportunidades para Guatemala: hacia una agenda de futuro. La celeridad del cambio, una mirada territorial del desarrollo humano 2002 – 2019 publicado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2018) para el municipio de Villa Canales, el IDH corresponde a 0.60-0.79, siendo uno de los municipios que forman parte de los municipios con desarrollo humano alto.

c. Pobreza

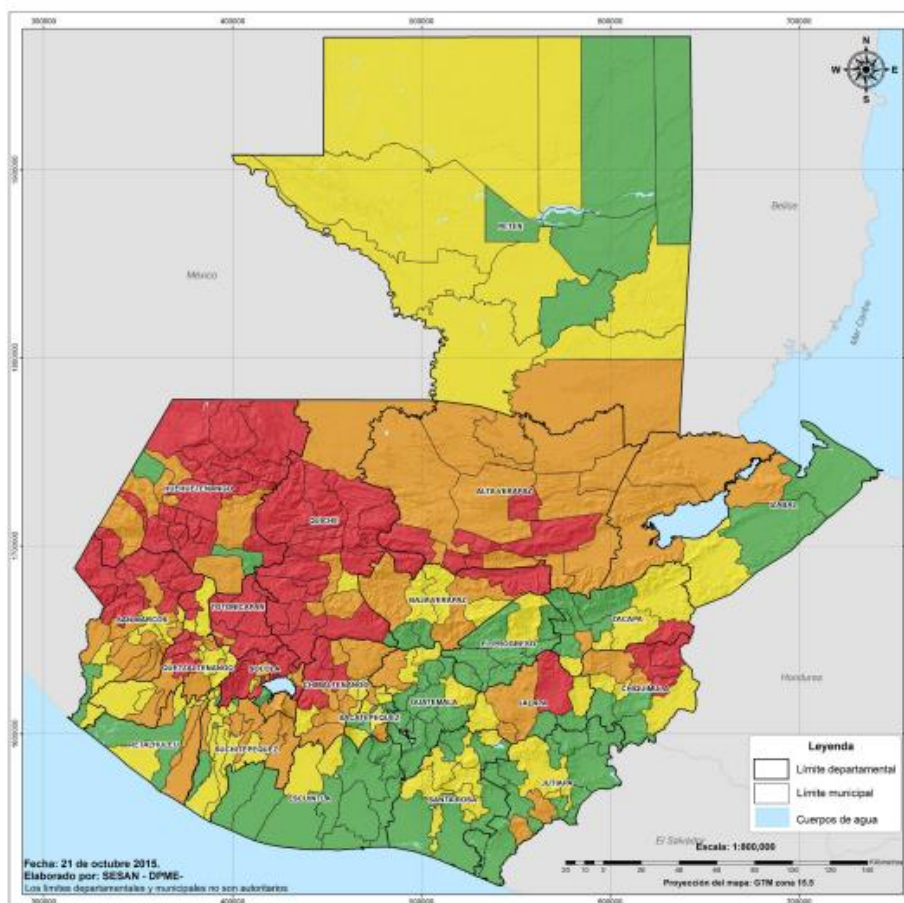
Según el Ministerio de Desarrollo Social (MIDES, 2018) el Índice de Pobreza Multidimensional de Guatemala -IPM, GT- para el área metropolitana (en donde se encuentra ubicado el municipio de Villa Canales) indica que en el año 2014 el IPM es de 0.139, con una tasa de intensidad del 30.7 % y una intensidad de 45.2 %. (p. 27)

d. Seguridad Alimentaria y Nutricional (SAN)

Según la información obtenida del informe ejecutivo: Cuarto Censo Nacional de Talla en Escolares del Primer Grado de Educación Primaria del Sector Público de la República de Guatemala 2015 publicado por el Ministerio de Educación (2015) para el municipio de Villa Canales, se encontró que la prevalencia de los niños censados corresponde al 82.3 % de retardo en talla normal, el 15.4 % de retardo en talla moderado y el 2.3 % de retardo en talla severo. De los 340 municipios que conforman el país, el municipio de Villa Canales tiene una categoría baja de vulnerabilidad nutricional, lo que indica que el índice de desnutrición aguda y crónica es menor comparado con el resto de municipios (Figura 8).

Figura 8. Mapa clasificación de vulnerabilidad nutricional según prevalencia de desnutrición crónica por municipio.

MAPA 3: CLASIFICACIÓN DE VULNERABILIDAD NUTRICIONAL SEGÚN PREVALENCIA DE DESNUTRICIÓN CRÓNICA POR MUNICIPIO, REPÚBLICA DE GUATEMALA, 2015.



Categorías de vulnerabilidad nutricional según prevalencia de desnutrición crónica (en porcentaje)	
■	Muy Alta (Mayor o igual que 48.0)
■	Alta (Mayor o igual que 31.7 - menor que 48.0)
■	Moderada (Mayor o igual que 22.1 - menor que 31.7)
■	Baja (Menor que 22.1)

Fuente: SESAN, 2015

4.2 Descripción de la unidad de intervención

Las actividades que se planificaron para desarrollar, en respuesta a las problemáticas ambientales identificadas mediante el diagnóstico ambiental realizado, se ejecutaran en el área de ambiente de la empresa AGROGENERADORA, S.A. la cual se encarga de producir energía renovable con los desechos orgánicos propios y externos con el fin de preservar el medio ambiente.

4.2.1 Características generales

a. Localización geográfica y vías de acceso

El área de ambiente de Agrogeneradora, S.A. se encuentra ubicada en la aldea El Jocotillo, municipio de Villa Canales del departamento de Guatemala, sobre las coordenadas 14°17'34.08" latitud Norte y 90°32'15.33" longitud Oeste del Meridiano de Greenwich. Su dirección es sobre el kilómetro 52.8 carretera a Guanagazapa; limita al norte con Granja Kaxin, S.A. y propiedades privadas con dueños particulares, al este con la comunidad Veramina, al sur con el río Las Flores y terrenos particulares y al oeste con la finca Familia Brol. Para llegar a la empresa Agrogeneradora S.A. se recorren 52.8 kilómetros desde la ciudad capital, sobre la carretera a El Salvador (CA-1), en jurisdicción de la aldea El Jocotillo, del municipio de Villa Canales (Figura 4).

b. Infraestructura

Para el desarrollo de este proyecto fue necesaria la construcción de infraestructura para dar lugar al equipo y maquinaria adecuada para las actividades de generación de energía eléctrica. La infraestructura funciona independiente y está dividida en dos zonas, las cuales se describen a continuación:

b.1 Zona de control, manejo y almacenamiento

- Unidad de cogeneración
- Unidad de automatización y controles
- Bodega de herramientas y suministros

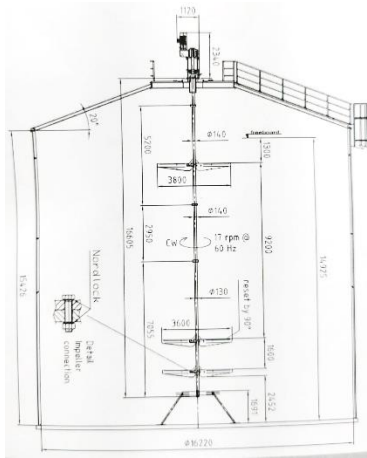
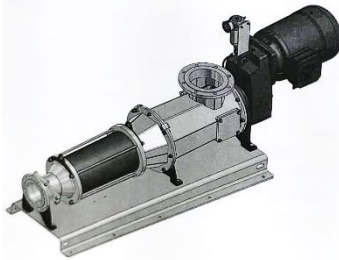
- Servicio sanitario
- Unidad de laboratorio bioquímico

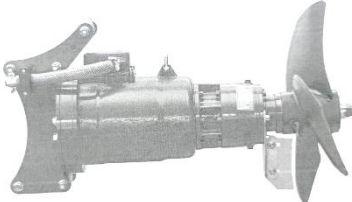
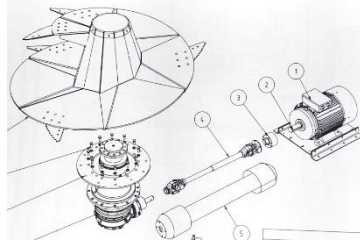
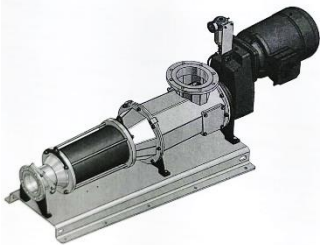
b.2 Zona de captación y tratamiento de materia orgánica

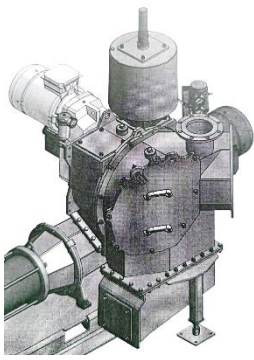
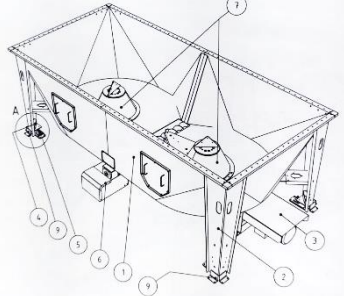
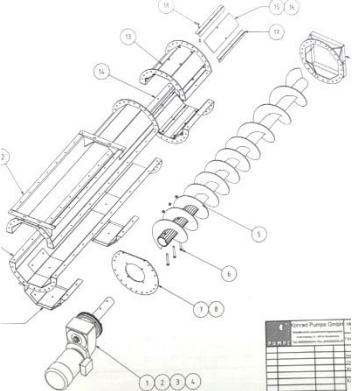
- Área de recepción y pretratamiento
- Área de bombeo de alimentación y drenaje
- Área de digestores metanogénicos
- Área de filtro biológico del gas
- Área de almacenamiento temporal de gas metano
- Área de antorcha para liberación de excedente de gas metano
- Área de manejo de los residuos del digestor
- Laguna de efluentes de líquido fertilizante (digestato)
- Área de secado de sólidos

Para que la empresa pueda ejecutar sus actividades con el fin de generar energía eléctrica cuenta con la infraestructura y equipo que se enlista a continuación:

Cuadro 2. Listado de equipo utilizado en Agrogenadora, S.A.

No.	Equipo	Cantidad	Horas/día	Imagen de referencia
1	Digestores	2	24 horas	
2	Agitadores centrales de los digestores	2	24 horas	
3	Bombas helicoidales de alimentación y purga hacía los digestores	4	11 horas	
4	Agitador sumergido fijo del tanque de recepción	1	6 horas	

5	Bomba sumergible en tanque fugate	1	8 horas	
6	Agitador sumergido con sistema de elevación del tanque fugate	1	8 horas	
7	Motor generador en contenedor	1	18 horas	
8	Agitadores en tanque báscula mixer	2	2 horas	
9	Bomba helicoidal área mixer	2	2 horas	

10	Rotacut de tanque de sólidos área mixer	2	2 horas	
11	Tanque receptor y báscula de materia orgánica sólida	1	4 horas	
12	Alimentador de tornillo área mixer	1	2 horas	
13	Planta eléctrica auxiliar de emergencia	1	Eventual (cuando se va la energía)	
14	Bombas de recirculación de agua	2	24 horas	

15	Estación de tratamiento de gas para eliminar sulfhídricos (H ₂ S)	1	24 horas	
16	Bombas de recirculación de agua	2	24 horas	
17	Bomba para admisión de aire en el reactor	1	24 horas	
18	Medidor de pH de agua del reactor	1	24 horas	

19	Tanque de abono foliar como nutriente para bacterias que degradan el ácido sulfhídrico	1	Intermitente	
15	Chiller, bombas de circulación de agua fría para condensación del calor del gas saliente	1	24 horas	
16	Gasómetro de doble membrana	1	24 horas	
17	Antorcha	1	Eventual (cuando excedente de producción de gas)	
18	Bombas para introducir gas metano	2	18 horas	

19	Transformador de corriente de 480 V a 1380 V	1	18 horas	
20	Cuarto de control de PLC- Control de Automatización	1	24 horas	

c. Recurso Humano

Para la construcción del proyecto se contó con una planilla de 25 personas, divididas entre encargado de obra, supervisores, obreros y ejecutores (C. Mckay, comunicación personal, abril de 2022). En la fase de operación del proyecto, actualmente Agrogeneradora cuenta con 6 empleados directos que trabajan en la empresa, se distribuyen de la siguiente manera: un gerente general que se encarga de la planificación y ejecución de actividades, un jefe de planta, 3 operadores y un auxiliar operador, los cuales tienen turnos rotativos.

d. Servicios básicos

d.1 Energía

La obtención de energía eléctrica para la ejecución de actividades dentro de la empresa

se obtiene del producto final que se genera. La planta consume en promedio al día 1.3 megas, lo equivalente a 54 kW/h. Además, cuenta con un generador eléctrico a base de combustibles fósiles (diésel), el cual es utilizado en caso de que existan cortes de energía en el sector (C. McKay, comunicación personal, abril de 2022).

d.2 Abastecimiento de agua

El abastecimiento de agua en Agrogeneradora, S.A. proviene de la extracción de agua de pozo con el que cuenta la empresa Granja Kaxin, S.A. la cual para poder hacer uso de ella debe de comprarse. Se tiene registrado que el agua que utiliza la planta en promedio al día es de 58.67 metros cúbicos (J. Castellanos, comunicación personal, abril de 2022). Las actividades principales que consumen agua en las instalaciones son para lavado de camiones que descargan materia orgánica sólida y líquida, uso de sanitario y riego de plantas. Con el fin de ser más eficientes en el lavado de las unidades de descarga, la empresa ha disminuido el tiempo y número de lavados por camión, lo que ha tenido resultados satisfactorios. Actualmente no se cuenta con un sistema de ahorro de agua dentro de las instalaciones.

d.3 Manejo de residuos sólidos

En las instalaciones de AGROGENERADORA, S.A. se generan una variedad de residuos y desechos sólidos en pequeñas cantidades ya que solamente hay 6 empleados, sin embargo, a pesar de ser una pequeña cantidad no se les da su debida gestión. Se dispone de recipientes identificados y con sus respectivos colores (naranja, plástico; amarillo, orgánico) para la clasificación de los residuos y desechos sólidos, sin embargo, los residuos y desechos son depositados en estos recipientes sin clasificar. Cabe resaltar que por la ubicación y distancia de la planta no llega una empresa que se encargue de los mismos. Actualmente la empresa Granja Kaxin recolecta una vez por semana los desechos generados y posteriormente los traslada a un área convertida en relleno sanitario a cielo abierto.

d.4 Manejo de residuos líquidos

En AGROGENERADORA, S.A. se generan aguas residuales de tipo doméstico (ordinarias) generadas por el uso de instalaciones sanitarias y de tipo especial (industriales) provenientes del proceso industrial. Las aguas residuales ordinarias son trasladadas a una fosa séptica la cual está adaptada para que, al llegar a un nivel de altura, envíe las mismas al tanque de recepción de la planta para que los biodigestores aprovechen y traten estos tipos de aguas. Las aguas residuales industriales son utilizadas para riego, ya que funcionan como ferti-riego.

e. Recursos Naturales

e.1 Hidrología

En el área circundante al proyecto se puede observar con la herramienta satélite de Google Maps, el río Aguacapa que según su clasificación es de tipo permanente, el cual está localizado aproximadamente a 2 kilómetros de distancia, tomando esta medición en línea recta. Sin embargo, Agrogeneradora no tiene relación directa con este río.

e.2 Suelos

De acuerdo con la Primera Aproximación al Mapa de Clasificación Taxonómica de Suelos de la República de Guatemala a escala 1:250,000 (MAGA, 2000), la aldea El Jocotillo y el área donde se encuentra establecida la empresa Agrogeneradora corresponden a la clasificación taxonómica en el orden de Entisol. (Anexo 2).

De acuerdo con el MAGA (2000) señala lo siguiente:

Las características generales de estos suelos es que son suelos con poca o ninguna evidencia de desarrollo de su perfil y, por consiguiente, de los horizontes genéticos. El poco desarrollo es debido a condiciones extremas, tales como, el relieve (el cual incide en la erosión o, en su defecto, en la deposición superficial

de materiales minerales y orgánicos) y, por otro lado, las condiciones como el exceso de agua. De acuerdo al relieve, estos suelos están presentes en áreas muy accidentadas (Cimas de montañas y volcanes) o en partes planas.

e.3 Flora

La principal flora característica que se encuentra alrededor de las instalaciones de Agrogeneradora S.A. se encuentra enlistada en el cuadro 3.

Cuadro 3. Listado de vegetación en el área de Agrogeneradora, S.A.

No.	Nombre común	Nombre científico
1	Capulín	<i>Muntingia calabura</i>
2	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>
3	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>
4	Chichicaste	<i>Chichicaste grandis</i>
5	Ciprés	<i>Cupressus lusitánica</i>
6	Conacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>
7	Cuje	<i>Inga sp.</i>
8	Cushin	<i>Inga edulis</i>
9	Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>
10	Hormigo	<i>Platymiscium dimorphandrum</i>
11	Jacaranda	<i>Jacaranda mimosifolia</i>
12	Laurel	<i>Laurus nobilis</i>
13	Limón-mandarina	<i>Citrus x limonia</i>
14	Mango	<i>Mangifera indica</i>
15	Naranja	<i>Citrus x sinensis</i>
16	Pino	<i>Pinus maximinoi</i>
17	Pumpo	<i>Pachira aquatica</i>
18	Quebracho	<i>Schinopsis balansae</i>

e.4 Fauna

La principal fauna característica que se encuentra alrededor de las instalaciones de Agrogeneradora S.A. se encuentra enlistada en el cuadro 4.

Cuadro 4. Listado de especies de animales en el área de Agrogeneradora, S.A.

No.	Nombre común	Nombre científico
1	Arañas	<i>Araneae</i>
2	Ardillas	<i>Sciurus vulgaris</i>
3	Armadillo	<i>Dasypus novemcinctus</i>
4	Chapulines	<i>Schistocerca gregaria</i>
5	Chepia	<i>Pitangus sulphuratus</i>
6	Chorchas	<i>Icterus cucullatus</i>
7	Golondrinas	<i>Hirundo rustica</i>
8	Grillos	<i>Grylloidea</i>
9	Iguanas	<i>Iguanidae</i>
10	Lagartijas	<i>Lacertilia</i>
11	Moscas	<i>M. domestica</i>
12	Ratones	<i>Rattus norvegicus</i>
13	Sapos	<i>Bufo</i>
14	Serpientes ratoneras	<i>Elaphe bairdi</i>
15	Sinsontes	<i>Mimus gilvus</i>
16	Sopes	<i>Coragyps atratus</i>
17	Tacuazín	<i>Didelphis marsupialis</i>
18	Zanates	<i>Quiscalus</i>

4.2.2 Principales actividades y/o procesos dentro del área

A continuación, se describen los principales procesos para la producción de energía eléctrica a partir de biomasa (J. Castellanos, vía correo electrónico, abril de 2022):

a. Proceso de recepción de materia prima

El proceso de generación de energía eléctrica inicia con la recepción de la materia prima para la generación de biogás, combustible para la generación de energía eléctrica. La planta Agrogeneradora cuenta con dos áreas de recepción de materia prima, líquida y sólida.

a.1 Materia prima líquida

La recepción de materia prima líquida se realiza en un foso de recepción, con capacidad de 300 metros cúbicos. El foso cuenta con sensor de nivel para monitorear y registrar los ingresos de materia prima. Los equipos auxiliares de materia prima líquida son:

- Agitador: Ayuda a mantener una mezcla homogénea del tanque.
- Bomba de alimentación: Alimenta la cantidad establecida de líquido hacía los digestores, un equipo para ambos digestores.
- Rotacut: Equipos para eliminar cualquier objeto pesado o no deseado previo a la alimentación de los digestores.

a.2 Materia prima sólida

La recepción de materia prima sólida se realiza en una tolva con capacidad de 7,000 kg; la alimentación de la materia prima sólida se realiza con una bomba que mezcla digestato y materia prima sólida para facilitar el bombeo. Los equipos auxiliares para este tipo de materia son:

-Cuchillas: Ayudan a mantener un suministro constante al tornillo transportador.

-Tornillo sin fin: Transporta la materia sólida hacia la succión de la bomba.

-Bomba de alimentación: Alimenta la cantidad establecida de materia sólida mezclada con digestato hacia los digestores, es un equipo para ambos digestores.

-Rotacut: Equipos para eliminar cualquier objetivo pesado o no deseado previo a la alimentación de los digestores.

Ambos procesos de recepción de materia prima cuentan con medidores de flujo para monitorear la cantidad alimentada.

b. Proceso de digestión anaeróbica

El proceso de digestión anaeróbica cuenta con dos digestores continuos que operan de forma paralela bajo condiciones controladas. Dentro de los digestores ocurre la transformación de la materia prima líquida y sólida en gas biológico rico en metano, dióxido de carbono, ácido sulfhídrico, vapor de agua, entre otros.

El área de digestión anaeróbica cuenta con bombas de recirculación para mantener la temperatura del digestato en condiciones óptimas (37.5 °C).

La alimentación de los digestores se hace de forma automática y periódica durante el día. El biogás producido es conducido por tuberías de acero inoxidable y monitoreado una vez al día, el monitoreo consiste en realizar análisis de concentración de metano, dióxido de carbono, oxígeno y ácido sulfhídrico. El sistema cuenta con un medidor de flujo continuo que registra el gas producido diariamente.

c. Proceso de desulfurización de biogás

El biogás, luego de ser producido, se debe refinar eliminando el ácido sulfhídrico (H₂S).

La eliminación del H_2S ocurre en un filtro biológico aeróbico, su función es la eliminación del H_2S como proceso de metabolización de diferentes bacterias aeróbicas. Para la eliminación del H_2S , se debe agregar nutrientes a la mezcla de agua que recircula dentro del filtro.

La metabolización del H_2S ocurre en existencia de oxígeno, nutrientes y un medio ácido.

d. Proceso de almacenamiento de biogás

Previo a la utilización del biogás como combustible y luego de ser refinado, el biogás se almacena temporalmente en un gasómetro con capacidad de 2,000 metros cúbicos. El sistema de almacenamiento es un conjunto de doble membrana (externa e interna) donde la membrana externa mantiene su forma con constante alimentación de aire, y la membrana interna aumenta o disminuye su volumen dependiendo de la demanda o producción de biogás.

e. Proceso de generación de energía eléctrica

La transformación del biogás hacia el motor es operada por una unidad soplante de gas que trabaja conforme la demanda de gas del motor. La generación de energía eléctrica ocurre dentro de la unidad del motor, que se comprende en motor de combustión y generador de energía eléctrica en tensión 480 V.

f. Transformación de energía eléctrica

La energía eléctrica previa a ser distribuida hacia la red nacional, es transformada de 480 V a 13,800 V. Esto ocurre en un transformador.

g. Descripción de equipos auxiliares

Los equipos auxiliares ayudan a mantener la operación y parámetros del proceso de generación de energía eléctrica:

-SCADA: Es una interfaz de control de proceso de generación de energía eléctrica, se utiliza para el monitoreo y control de válvulas, bombas, motores, entre otros.

-Sistema de intercambio de calor: El sistema de intercambio de calor es un conjunto de intercambiadores de calor y bombas que aprovechan el calor emitido por el motor de combustión y calientan el digestato a una temperatura de 37.5 °C. Cuando el motor no se encuentra en operación por un tiempo prolongado, se cuenta con una caldera que calienta el agua utilizando gas propano.

-Planta de emergencia para generación de energía eléctrica: Se cuenta con una planta de generación de energía eléctrica para suministrar energía eléctrica durante los periodos de corte de energía, esta energía es suficiente para operar equipos auxiliares como: agitadores, bombas de alimentación, soplantes de aire para el gasómetro, entre otros.

-Antorcha: Cuando existe algún problema eléctrico o mecánico y por lo tanto el motor no puede consumir biogás, este se quema en una antorcha para evitar la liberación a la atmósfera.

h. Manejo y separación del digestato

Con el objetivo de mantener un nivel de líquido dentro de los parámetros de operación, la misma cantidad de líquido que se alimenta, se extrae utilizando las bombas de recirculación del digestato. El efluente, digestato, está conformado por 70% fracción líquido y 30% fracción sólida. La separación sólida/líquido se lleva a cabo utilizando un separador de tornillo.

La fracción líquida por ser rica en nutrientes y por contener bacterias del proceso de digestión anaeróbica se regresa al proceso para ser aprovechadas nuevamente. El resto, la parte que no se recircula al proceso, se aplica en los campos adyacentes a la planta Agrogenadora para el mantenimiento y suministros de nutrientes del King grass (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides*). El King grass (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides*) es un pasto de crecimiento rápido que proporciona fuente de

carbono para el biodigestor. El corte y alimentación de este tipo de pasto se realiza de forma mecanizada diariamente.

Figura 9. Diagrama general del funcionamiento de la planta Agrogeneradora, S.A.

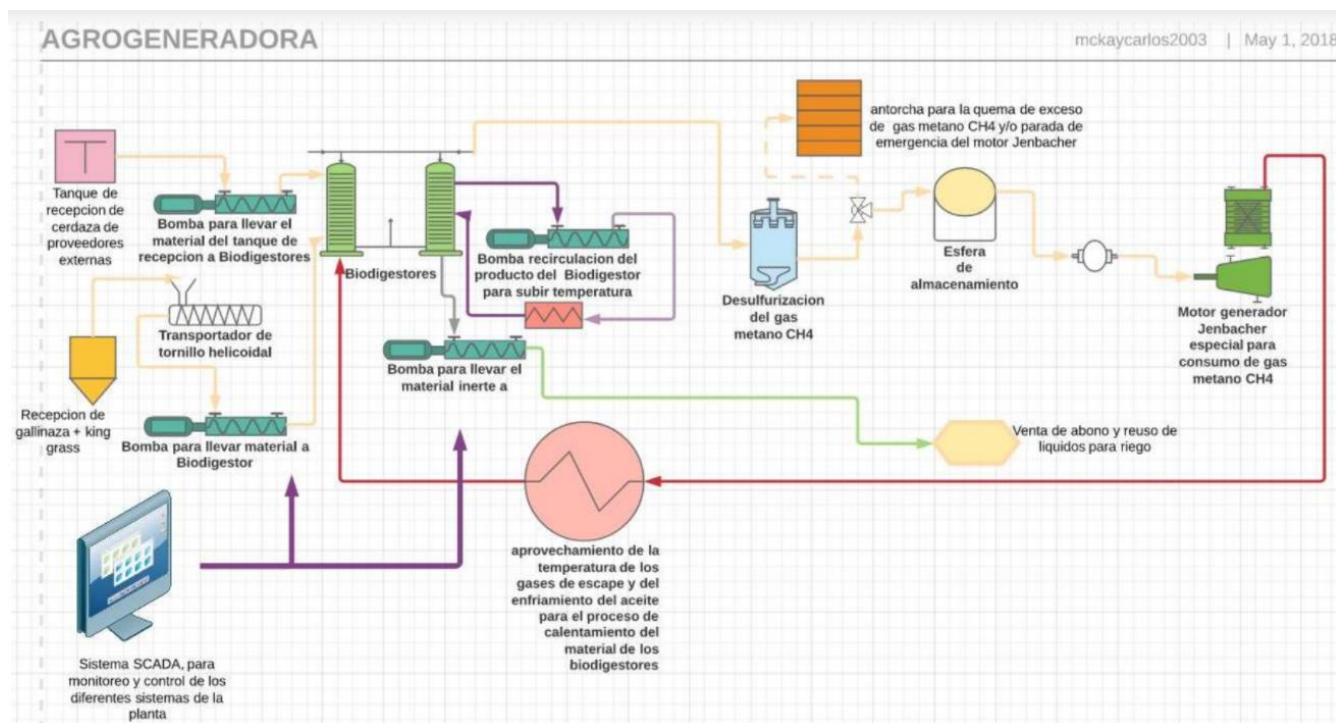


DIAGRAMA GENERAL DE FUNCIONAMIENTO DE AGROGENERADORA

Fuente: Agrogeneradora, S.A. 2,018.

4.2.3 Principales problemas e impactos ambientales identificados

Cuadro 5. Análisis del problema: Deficiencia en la gestión de residuos y desechos sólidos generados por los empleados dentro de la granja Kaxin y Agrogeneradora.

Problema Impacto: Deficiencia en la gestión de residuos y desechos sólidos generados por los empleados dentro de la granja Kaxin y Agrogeneradora. Intensidad: Alta. Frecuencia: Permanente. Localización: Agrogeneradora, S.A. y Granja Kaxin, S.A. aldea El Jocotillo, Villa Canales.
Causas
• Poco interés en la clasificación de los residuos y desechos sólidos y leve nivel de conciencia ambiental. • Disposición inadecuada de los desechos y residuos sólidos comunes. • Por la ubicación retirada en la que se encuentra la granja y Agrogeneradora, no llega un tren de aseo para recolectar los residuos y desechos sólidos generados.
Efectos
• Acumulación de residuos y desechos sólidos en diversos puntos del terreno donde se encuentra la granja Kaxin y Agrogeneradora. • Deterioro del paisaje natural y contaminación del ambiente. • Riesgo a proliferación de vectores.
Alternativas de solución
• Elaboración e implementación de una guía práctica para el manejo de residuos y desechos sólidos comunes. • Promover la educación ambiental a empleados de Agrogeneradora y granja Kaxin a través de capacitaciones y talleres sobre temas ambientales con enfoque al manejo de los desechos y residuos sólidos. • Implementar en puntos clave depósitos bien identificados para los desechos sólidos generados. • Clasificar correctamente los desechos y residuos sólidos en los depósitos asignados. • Promover la reutilización y reciclaje de los residuos sólidos. • Asignar o crear una comisión de ambiente que vele por el cumplimiento establecido en la guía, donde los residuos orgánicos sean aprovechados por los digestores y los desechos tenga una disposición final adecuada.

Cuadro 6. Análisis del problema: Contaminación atmosférica generada por mal olor emitido por la materia orgánica sólida y líquida almacenada en los tanques de recepción.

Problema Impacto: Contaminación atmosférica generada por mal olor emitido por la materia orgánica sólida y líquida almacenada en los tanques de recepción. Intensidad: Alta. Frecuencia: Permanente. Localización: Instalaciones y alrededores de Agrogeneradora.
Causas • La descomposición de materia orgánica presentes en los tanques de recepción. • Emisión de partículas odoríferas provenientes de los tanques de recepción. • Deficiencia en el compromiso ambiental respecto a esta temática.
Efectos • La calidad del aire se vuelve no óptima para el ser humano. • Disminución de la calidad de vida a largo plazo al estar en contacto por tiempos prolongados en este tipo de contaminación invisible. • Favorece al aumento de los gases de efecto invernadero.
Alternativas de solución • Con el fin de prevenir enfermedades respiratorias a largo plazo es indispensable que los operadores utilicen respiradores full face en los tanques de recepción para prevenir la inhalación de moléculas odoríferas volátiles dañinas para el ser humano. • Realizar en el área afectada un estudio de la calidad del aire, donde se haga análisis de olores y con base a resultados fiables, gestionar el establecimiento de un sistema de tratamiento por biofiltración (que resultan ser de bajo costo y eficientes) o por fotocatalizadores.

Cuadro 7. Análisis del problema: Brote de plaga de mosca doméstica (*M. doméstica*).

Problema Impacto: Brote de plaga de mosca doméstica (<i>M. doméstica</i>). Intensidad: Alta. Frecuencia: Permanente. Localización: Instalaciones y alrededores de la planta Agrogeneradora, S.A.
Causas • El ambiente que hay en los tanques de recepción de materia orgánica líquida y sólida es el idóneo para que las moscas se reproduzcan y completen su ciclo de vida. • Las moscas sometidas a reiteradas aplicaciones de insecticidas, desarrollan resistencia a estos compuestos.
Efectos • Su presencia es molesta y desagradable; son ideales para transmitir enfermedades por vectores. • Las áreas boscosas o de cultivos pueden verse afectadas por esta plaga.
Alternativas de solución • Actualmente la empresa ALPHA Control de Plagas aplica Deltapro y Cypermix 10 CE para el control de plaga de roedores e insectos. Sin embargo, se debe considerar como alternativa complementaria para un buen manejo integral de plagas, la aplicación del método por control biológico, donde se introduzcan especies depredadoras de mosca e insecticidas microbiológicos que contengan: <i>Metarhizium anisopliae</i>, <i>Bacillus thuringiensis</i>, <i>Beauveria bassiana</i>, <i>Paenibacillus popilliae</i>, <i>Bacillus thuringiensis israelensis</i>.

Cuadro 8. Análisis del problema: Acumulación excesiva del calcio que se extrae del tanque de recepción y de azufre que se extrae del desulfurizador.

Problema Impacto: Acumulación excesiva de calcio que se extrae del tanque de recepción y de azufre que se extrae del desulfurizador. Intensidad: Media. Frecuencia: Permanente. Localización: Agrogeneradora. (Anexo 1)
Causas • De la Granja Kaxin se recolecta gallinaza que se utiliza como materia orgánica para alimentar a los digestores, se ha encontrado que hay grandes cantidades de calcio, lo que ha tenido como resultado imprevisto la acumulación de este elemento en los tanques de recepción y que debe cada cierto tiempo ser retirado para que no afecte el buen funcionamiento de la planta. • En el proceso de convertir materia orgánica a biogás, el gas pasa por un desulfurizador, en donde cada cierto tiempo se extrae azufre.
Efectos • Contaminación al aire por partículas en suspensión de calcio y azufre. • Salinización de los suelos por altas concentraciones en la época de lluvia por medio de la lixiviación. • Alteración de las características químicas del agua subterránea en los acuíferos por infiltración de calcio y azufre. • Riesgo a daños a la salud de los operadores por contacto de la piel y ojos con estos elementos. • Desperdicios de materias que pudieran utilizarse en otros procesos productivos.
Alternativas de solución • Implementar un proceso de transformación del azufre y el calcio en fungicidas y fertilizantes foliares para la agricultura. • Coordinar la extracción periódica de estos elementos hacia una disposición final segura.

Cuadro 9. Análisis del problema: Incumplimiento de requisitos para obtener certificación ambiental internacional.

Problema Impacto: Incumplimiento de requisitos para obtener certificación ambiental internacional. Intensidad: Media. Frecuencia: Permanente. Localización: Agrogeneradora, S.A. aldea El Jocotillo, Villa Canales.
Causas • El proceso de producción de materia prima genera múltiples impactos al ambiente. • La necesidad del uso de energía es alta. • No hay interés y recursos económicos para dar inicio al cumplimiento de los requisitos legales.
Efectos • Se produce contaminación al ambiente. • Aumento de los costos de producción. • Obstaculización para que la empresa Agrogeneradora obtenga la certificación de la Norma ISO 14001.
Alternativas de solución • Elaboración de una política ambiental para la empresa. • Actualización del plan de gestión ambiental inicial con el que cuenta la empresa. • Cumplimiento de los compromisos ambientales a los que está sujeto la empresa. • Destinar un fondo monetario específico para actividades de gestión ambiental dentro de la empresa.

Cuadro 10. Análisis del problema: Contaminación del suelo y manto freático.

Problema Impacto: Contaminación del suelo y manto freático. Intensidad: Alta. Frecuencia: Permanente. Localización: Agrogeneradora, S.A. aldea El Jocotillo, Villa Canales.
Causas • Inadecuada disposición final de aguas residuales. • El tanque de recepción de materia prima ya llegó a su capacidad máxima de volumen y la empresa recibe más materia prima de lo que recibía en años anteriores, lo que provoca rebalses constantes. • El área de descarga y lavado de camiones no es el adecuado para el suelo. • Los camiones de transporte de gallinaza sólida y líquida no son los ideales, ya que ocasionalmente esta se derrama en el suelo. • Existe una laguna de efluentes la cual ya llegó a su capacidad máxima, provocando rebalse y dando lugar a una quebrada intermitente con rumbo desconocido.
Efectos • Por el rebalse de la laguna de efluentes se produce escorrentía de aguas residuales sin ningún tratamiento. • Contaminación industrial, la cual impacta directamente con el suelo y manto freático. • Existe incumplimiento de normas y medidas sanitarias. • Obstaculización para que la empresa Agrogeneradora obtenga la certificación de la Norma ISO 14001.
Alternativas de solución • Corregir y actualizar el instrumento ambiental presente en la planta generadora. • Cumplimiento de los compromisos ambientales a los que está sujeto la empresa. • Construcción de otro tanque de almacenamiento, una planta de tratamiento de aguas residuales, así como el mejoramiento del área de descarga y lavado de camiones.

5. PLAN DE ACTIVIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL A DESARROLLAR

5.1 Actualización del Plan de Gestión Ambiental de la empresa Agrogeneradora, S.A.

5.1.1 Problema

Las licencias ambientales que otorga el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales para proyectos, obras, industrias o actividades son documentos oficiales que son extendidos por la DIGARN, en donde se certifica el cumplimiento del procedimiento administrativo del instrumento ambiental presentado y el inicio del cumplimiento de los compromisos determinados en la resolución final.

La vigencia de la licencia ambiental categoría B2 con la que cuenta Agrogeneradora vence el 29 de octubre de 2022, es por ello que la actualización del Plan de Gestión Ambiental inicial que se realizó en el año 2016 es indispensable que se actualice para hacer nuevamente la solicitud de renovación de la licencia ambiental.

5.1.2 Objetivo

Revisar y actualizar para el mes de abril del presente año el Plan de Gestión Ambiental con el que cuenta la empresa.

5.1.3 Metas

Cumplir con los nuevos términos de referencia para la actualización del instrumento ambiental en categoría B2 de bajo a moderado impacto ambiental que el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales solicita al proyecto de Agrogeneradora.

5.1.4 Procedimiento

a) Recolección de información: Se reunió toda la información ambiental existente como

guías, manuales, protocolos, planes de gestión con los que cuente la empresa y se revisó a detalle.

b) Comparación: Luego de revisar la información existente, se hizo una comparación de los contenidos estructurados con la realidad, es decir, si se cambiaron o añadieron procesos, situaciones, protocolos, entre otros en la actualidad.

c) Actualización: Posteriormente de haber realizado la comparación de documentos, se inició el proceso de actualización del Plan de Gestión Ambiental con las nuevas especificaciones que exige el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales para las categorías “B2”.

d) Cierre de actividad: Una vez actualizado el Plan de Gestión Ambiental se entregó a la empresa Agrogeneradora, S.A. para que esta inicie el proceso de renovación de su licencia ambiental, la cual venció en octubre del 2022.

5.1.5 Recursos

a) Físicos: Documento de Plan de Gestión Ambiental, computadora portátil, celular con cámara, internet, impresora, hojas, lapiceros.

b) Humanos: Estudiante de EPS, asesor de EPS y personal de la empresa.

5.1.6 Evaluación

Cuadro 11. Evaluación de la actividad Actualización del Plan de Gestión Ambiental de Agrogenadora, S.A.

Evaluación de actividades de EPS –IGAL, CUNORI-USAC.	
1. Título de la actividad.	Actualización del Plan de Gestión Ambiental de la empresa Agrogenadora, S.A.
2. Nivel y lugar de intervención (individual, grupal, comunitaria, empresarial/institucional).	Empresarial: Agrogenadora, S.A.
3. Coordenadas GTM de referencia: 14°17'34.08" N 90°32'15.33" E.	
4. Fecha de ejecución: de febrero a abril de 2022.	
5. Horas, días o semanas de intervención: 45 días.	
6. Resultados/Productos obtenidos.	R1: Plan de Gestión Ambiental actualizado con las nuevas especificaciones y términos de referencia que solicita el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales para un proyecto de categoría B2.
7. Beneficiarios Individuos (hombres, mujeres, niños), grupos, población, empresas, instituciones).	Con la actualización del Plan de Gestión Ambiental, se beneficiará directamente a la empresa Agrogenadora, S.A. e indirectamente a Grupo Central Agrícola.
8. Medios de verificación.	Anexo 3. Actualización del Plan de Gestión Ambiental de Agrogenadora, S.A.
9. Lecciones aprendidas	Lo positivo: Implementación de conocimientos adquiridos en la universidad y adquisición de experiencia práctica en la elaboración de planes de gestión ambiental. Lo negativo: El plan de gestión ambiental no se había actualizado desde el año 2016 y en consecuencia de ello, se dificultó el proceso de recolección de información.

5.2 Formulación de una Política Ambiental para la empresa Agrogeneradora, S.A.

5.2.1 Problema

Agrogeneradora, S.A. tiene como meta a mediano plazo certificarse con la Norma ISO 14001, sin embargo, para que esto suceda, la empresa debe contar con su propio Sistema de Gestión Ambiental que funcione de manera correcta; dentro de este SGA la política ambiental es un requisito determinante, ya que a través de la política se hace cumplir las intenciones, objetivos y principios establecidos en la temática ambiental con el fin de reducir los impactos ambientales. Una política ambiental según la Norma ISO 14001, está conformada por diferentes normas que una persona o una organización establece para determinar ciertas acciones a tener en cuenta sobre el medio ambiente.

5.2.2 Objetivo

Formular una política ambiental que esté adecuada a los procesos productivos que realiza la empresa Agrogeneradora, S.A.

5.2.3 Metas

Cumplir con los requisitos mínimos que debe estar estructurada una política ambiental y que se encuentre adaptada a los procesos productivos que la empresa Agrogeneradora S.A. realiza; siendo la base principal para reducir los impactos negativos que se generan en el proyecto.

5.2.4 Procedimiento

- a) Se determinaron las problemáticas ambientales existentes en los procesos productivos que realiza la empresa.
- b) Se clasificó o filtro los problemas previamente priorizados, y se identificaron las acciones o pasos para darles solución.

c) Una vez identificados los problemas y acciones para resolverlos, se explicó cómo se originaron, así como la combinación de causas y efectos; de esta forma se obtuvo una mejor comprensión a la problemática y se fundamentaron con mayor precisión propuestas de solución.

d) Se inició a elaborar las orientaciones, objetivos, principios, y demás aspectos a abordar en una política ambiental con el fin de mejorar los procesos productivos.

e) Concluida la formulación de la política ambiental, se entregó a la empresa Agrogeneradora, S.A. para que sea evaluada y aceptada.

5.2.5 Recursos

a) Físicos: documentos, leyes, computadora portátil, internet, celular, impresora, hojas, lapiceros.

b) Humanos: estudiante de EPS, asesor de EPS y personal de la empresa.

5.2.6 Evaluación

Cuadro 12. Evaluación de la actividad Formulación de una Política Ambiental para Agrogeneradora, S.A.

Evaluación de actividades de EPS –IGAL, CUNORI-USAC.	
1. Título de la actividad.	Formulación de una Política Ambiental para la empresa Agrogeneradora, S.A.
2. Nivel y lugar de intervención (individual, grupal, comunitaria, empresarial/institucional).	Empresarial: Agrogeneradora, S.A.
3. Coordenadas GTM de referencia: 14°17'34.08" N 90°32'15.33" E.	
4. Fecha de ejecución: de mayo a junio de 2022.	
5. Horas, días o semanas de intervención: 30 días.	
6. Resultados/Productos obtenidos.	R1: Creación de un documento donde se encuentra una política ambiental adaptada para la empresa.
7. Beneficiarios Individuos (hombres, mujeres, niños), grupos, población, empresas, instituciones)	Con la formulación de una política ambiental, se beneficiará directamente a la empresa Agrogeneradora, S.A. e indirectamente a Grupo Central Agrícola.
8. Medios de verificación.	Anexo 4. Política ambiental de la empresa Agrogeneradora, S.A.
9. Lecciones aprendidas	Lo positivo: La empresa ya cuenta con un documento de política ambiental, la cual se elaboró mediante la implementación de conocimientos adquiridos, sumando experiencia práctica en la elaboración de documentos de esta índole. Lo negativo: La empresa muestra debilidad en la legislación ambiental empresarial.

5.3 Elaboración de una guía práctica para el manejo de residuos y desechos sólidos comunes en Agrogeneradora, S.A.

5.3.1 Problema

La generación de residuos y desechos sólidos es considerada una problemática que ha ocasionado múltiples impactos negativos al ambiente y a la salud humana. Actualmente en Agrogeneradora la inexistencia de soluciones eficientes para el manejo, tratamiento y disposición final de residuos y desechos sólidos comunes, potencian el incremento de contaminación al ambiente. Por otro lado, en las instalaciones de esta empresa no llega un camión de recolección de basura, esto se debe a la ubicación en la que se encuentran, lo que ha ocasionado que desde hace años los residuos y desechos comunes se mezclen y depositen en un sitio de disposición final a “cielo abierto”, contribuyendo aún más al deterioro de los recursos naturales.

Las anteriores situaciones generan diversos problemas a nivel económico, social y ambiental, es por ello que se hace necesario la elaboración de una guía práctica que proporcione acciones para el funcionamiento adecuado y que promueva la implementación de la Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS) en Agrogeneradora.

5.3.2 Objetivo

Elaborar una guía práctica para el manejo de residuos y desechos sólidos comunes que sea de utilidad para la empresa Agrogeneradora.

5.3.3 Metas

Lograr que la guía práctica esté formulada para el mes de julio de 2022 y esta pueda ser aplicada con el fin de mejorar el manejo, tratamiento y disposición final de los residuos y desechos sólidos comunes.

5.3.4 Procedimiento

- a) Se seleccionó la metodología a utilizar considerando consultas bibliográficas, en colaboración con el asesor de EPS.
- b) Se empezó a obtener datos que incluya información necesaria para la elaboración de la guía.
- c) Se elaboró un primer borrador de la guía práctica que fue revisada por el asesor de EPS para hacer las debidas correcciones.
- d) Corregida y actualizada la guía práctica se mostró por medio de una presentación oral la estructura de la guía y el objetivo principal de la misma al personal de la empresa.

5.3.5 Recursos

- a) Físicos:** documentos, leyes, computadora portátil, internet, impresora, hojas, lapiceros.
- b) Humanos:** estudiante de EPS, asesor de EPS y personal de la empresa.

5.3.6 Evaluación

Cuadro 13. Evaluación de la actividad Guía Práctica para el Manejo de Desechos y Residuos Sólidos Comunes en Agrogeneradora, S.A.

Evaluación de actividades de EPS –IGAL, CUNORI-USAC.	
1. Título de la actividad.	Guía Práctica para el Manejo de Desechos y Residuos Sólidos Comunes.
2. Nivel y lugar de intervención (individual, grupal, comunitaria, empresarial/institucional).	Empresarial: Agrogeneradora, S.A.
3. Coordenadas GTM de referencia: 14°17'34.08" N 90°32'15.33" E.	
4. Fecha de ejecución: de junio a julio de 2022.	
5. Horas, días o semanas de intervención: 30 días.	
6. Resultados/Productos obtenidos.	R1: Elaboración de una Guía Práctica para el Manejo de Residuos y Desechos Sólidos Comunes en la empresa.
7. Beneficiarios Individuos (hombres, mujeres, niños), grupos, población, empresas, instituciones)	Con la guía práctica se beneficiará directamente a la empresa Agrogeneradora, S.A. e indirectamente a Grupo Central Agrícola.
8. Medios de verificación.	Anexo 5. Guía Práctica para el Manejo de Residuos y Desechos Sólidos Comunes.
9. Lecciones aprendidas	Lo positivo: El personal que forma parte de la empresa está en la disponibilidad de implementar acciones para disminuir la cantidad de residuos y desechos sólidos generados y darles un manejo adecuado. Lo negativo: Aunque la generación de desechos y residuos es relativamente baja, se dificulta el manejo adecuado debido a que no existe en los empleados el hábito de separación de desechos sólidos.

6. CONCLUSIONES

- Los principales problemas ambientales identificados en la empresa Agrogeneradora, S.A. fueron los siguientes: deficiencia en la gestión de residuos y desechos sólidos generados, brote de plaga de mosca doméstica (*M. doméstica*), contaminación atmosférica generada por mal olor emitido por la materia orgánica sólida y líquida almacenada en los tanques de recepción, contaminación del suelo y manto freático.
- La operación de la empresa genera múltiples impactos ambientales que limitan el desempeño ambiental y se tiene la carencia de políticas ambientales que puedan contribuir a obtener una certificación ambiental bajo la Norma ISO 14001.
- Para apoyar en el mejoramiento de la gestión ambiental de la empresa AGROGENERADORA, S.A. se desarrollaron actividades de gabinete como la formulación de una política ambiental, la actualización de su plan de gestión ambiental y la elaboración de una guía práctica para el manejo de residuos y desechos sólidos comunes.
- Aunque la producción de energía, a partir del tratamiento de materia orgánica o biomasa, pueden ser fuentes de energía limpia e inagotable, además de ser una buena alternativa para reducir los gases de efecto invernadero y mitigar los efectos de cambio climático; hay que tomar en cuenta los impactos negativos en el medio ambiente, para su debida mitigación.

7. RECOMENDACIONES

- Potenciar en sus trabajadores una actitud que contribuya a la implantación y mejora de los sistemas de gestión, para ello será necesario establecer vías de comunicación funcionales.
- Como medida de seguridad industrial es indispensable que todo el personal que se encuentre dentro de la empresa cuente con su EPP (Equipo de Protección Personal) al momento de estar realizando sus actividades diarias, evitando riesgos para la salud y accidentes laborales.
- Se recomienda la implementación de un Sistema de Gestión Ambiental que integre como herramienta de evaluación una matriz de indicadores para garantizar el seguimiento y control de todas las actividades del SGA de la empresa y que tenga como objetivo la mitigación de impactos ambientales presentes en la empresa. Además, se recalca la importancia de la certificación de la Norma ISO 14001 ya que radica en la estandarización de formas de producir y de prestar servicios que protejan el medio ambiente, aumentando la calidad del producto y, en consecuencia, la competitividad de la empresa ante la demanda de productos cuyos componentes y procesos de elaboración son realizados dentro de un contexto que respeta el medio ambiente.
- Se sugiere el establecimiento y mantenimiento de un sistema de aguas residuales con el fin de asegurar un correcto tratamiento para su reutilización y devolución al ambiente y que dé cumplimiento a los parámetros que establece el Acuerdo Gubernativo No. 236-2006 “Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos”. Otro aspecto a considerar, sería reducir en un 50% la cantidad de agua utilizada para lavado de camiones implementando un sistema ahorrativo de agua.
- Se propone a la empresa que, en cuanto al tema de residuos y desechos sólidos comunes, se implementen depósitos para su almacenamiento, clasificación y tratamiento conforme lo indica la Guía para la Identificación Gráfica de los Residuos Comunes elaborada por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

García Ramos, G. A. (2004). *Análisis de la problemática del uso del suelo actual en Villa Canales y propuesta de criterios de desarrollo urbano rural, caso específico aldea Colmenas* [Tesis de licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Biblioteca Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02_1259.pdf

Grupo Central Agrícola. [ca. 2020]. *Agro generadora*. Edición del autor. <https://centralagricola.com/quienes-somos-agrogenerador-santa-ana/>

Instituto Nacional de Estadística. (2014). *Guatemala: estimaciones de la población total por municipio, periodo 2008-2020 (al 30 de junio)*. Edición del autor. [http://www.oj.gob.gt/estadisticaj/reportes/poblacion-total-por-municipio\(1\).pdf](http://www.oj.gob.gt/estadisticaj/reportes/poblacion-total-por-municipio(1).pdf)



Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación de Guatemala. (2000). *Primera aproximación al mapa de clasificación taxonómica de los suelos de la república de Guatemala, a escala 1:250,000 -memoria técnica-*. Tobías, H; Lira, E (consult.). Edición del Autor. <https://www.maga.gob.gt/download/clasificacion-suelo.pdf>

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. (2006). *Mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra a escala 1:50,000 de la república de Guatemala año 2003 (incluye 5 cultivos perennes actualizados al año 2005): memoria técnica y descripción de resultados*. Edición del autor. <https://www.maga.gob.gt/download/cobertura-vt.pdf>

Ministerio de Educación. (2015). *Cuarto Censo Nacional de talla en escolares del primer grado de educación primaria del sector público de la república de Guatemala (CTGUA 2015)*. Programa Regional de Seguridad Alimentaria y Nutricional para Centroamérica / Sistema de la Integración Centroamericana. <https://bd.sica.int/index.php/catalog/101/download/975>

Pérez Irungaray, G. E., Rosito Monzón, J. C., Maas Ibarra, R. E., Gándara Cabrera, G. A. (2018). *Ecosistemas de Guatemala basado en el sistema de clasificación de zonas de vida*. Universidad Rafael Landívar/Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad. <http://www.infoiarna.org.gt/wp-content/uploads/2019/02/Ecosistemas-de-Guatemala-final.pdf>

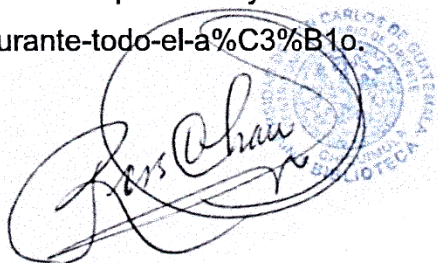
Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2011). *Informe sobre desarrollo humano 2020: la próxima frontera: desarrollo humano y el Antropoceno, nota informática para los países acerca del informe sobre desarrollo humano 2020*. Human Development Reports. <https://hdr.undp.org/sites/default/files/Country-Profiles/es/GTM.pdf>



Rosales, S., Lemus, I. y García, E. (2018). *Índice de pobreza multidimensional*. Ministerio de Desarrollo Social. https://mppn.org/wp-content/uploads/2019/10/Guatemala-Report-IPM-gt_29jul19-v1.1.pdf

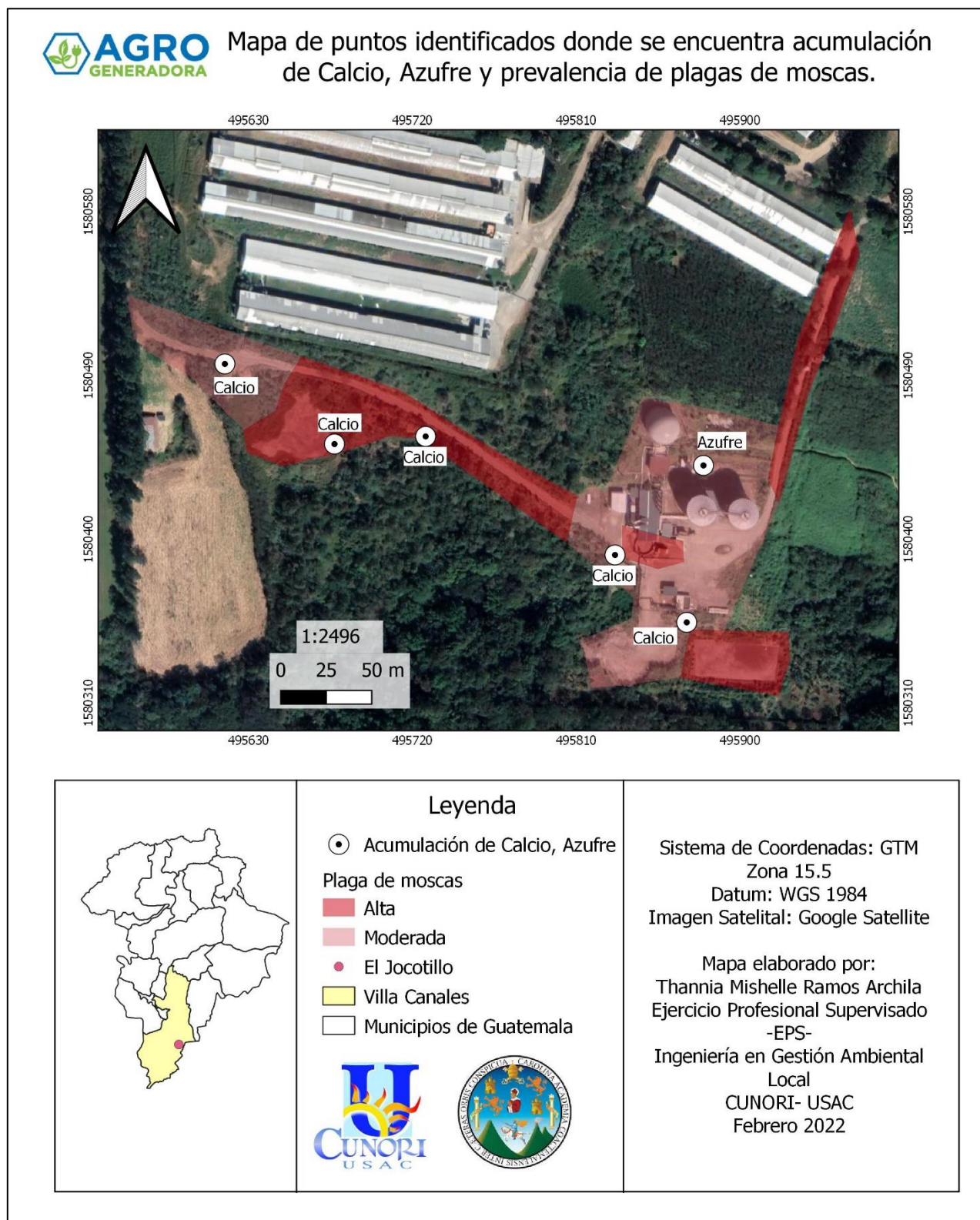
Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia. (2006). *Tabla número 26-01*. Sistema Nacional de Planificación Estratégica Territorial/Sistema de Usuarios de Información Territorial. https://ideg.segeplan.gob.gt/tablas/tablas_municipal/pdfs/01_Tablas_guat_e/tabla_26_01.pdf

Weather Spark. (s.f.). *El clima y el tiempo promedio en todo el año en Villa Canales*. Edición del autor. <https://es.weatherspark.com/y/11623/Clima-promedio-en-Villa-Canales-Guatemala-durante-todo-el-a%C3%B1o>.

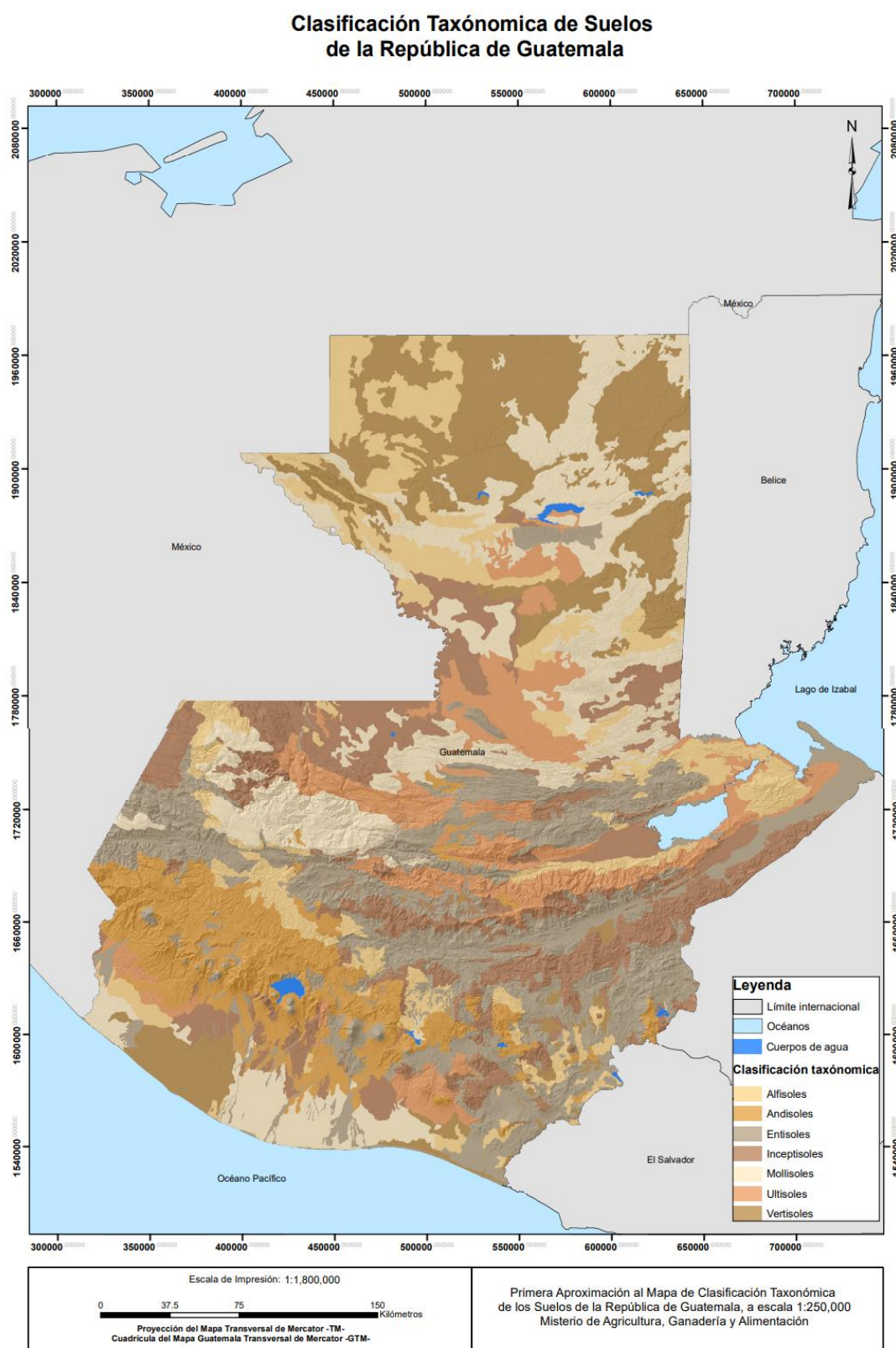


9. ANEXOS

Anexo 1. Mapa de puntos identificados donde se encuentra acumulación de Calcio, Azufre y prevalencia de plaga de mosca (*M. doméstica*).



Anexo 2. Mapa de Clasificación Taxonómica de Suelos de la República de Guatemala.



Fuente: MAGA, 2000.

Anexo 3. Actualización del Plan de Gestión Ambiental (PGA) de la empresa Agrogeneradora, S.A.

LICENCIA AMBIENTAL, CATEGORÍA B2
“ACTIVIDADES DE BAJO A MODERADO IMPACTO AMBIENTAL”

PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMASA SANTA ANA
ALDEA EL JOCOTILLO, VILLA CANALES



INSTRUMENTO AMBIENTAL
EVALUACIÓN AMBIENTAL INICIAL, EIA
ACTUALIZACIÓN PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL, PGA

GUATEMALA, ABRIL 2022

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. INFORMACIÓN GENERAL	2
3. MARCO JURÍDICO	3
4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	11
4.1 Ubicación del proyecto	12
4.2 Área del proyecto	15
4.3 Área de influencia del proyecto	16
4.3.1 Área de influencia directa	16
4.3.2 Área de influencia indirecta	16
4.4 Diagramas de procesos	18
4.5 Fase de construcción	19
4.5.1 Infraestructura a desarrollar	19
4.5.2 Preparación del sitio	20
4.5.3 Obras e instalaciones provisionales	20
4.5.4 Servicios requeridos	20
4.5.5 Maquinaria y equipo	21
4.5.6 Materiales de construcción y otros insumos	22
4.5.7 Contratación de personal	23
4.6 Fase de operación	23
4.6.1 Principales actividades y/o procesos dentro del área	23
4.6.2 Maquinaria y equipo	26
4.6.3 Materias primas e insumos	33
4.6.4 Productos, subproductos y/o servicios	33
4.6.5 Servicios requeridos	34

4.6.6 Contratación de personal	35
4.7 Fase de abandono	35
4.8 Manejo de residuos y desechos	36
4.8.1 Gestión integral de residuos y desechos sólidos comunes (GIRD'S)	36
4.8.2 Manejo de residuos y desechos peligrosos	37
4.8.3 Manejo de residuos y desechos especiales	37
4.8.4 Manejo de residuos y desechos radiactivos	37
4.9 Manejo de aguas residuales de tipo ordinario y/o especial	37
4.9.1 Manejo de aguas residuales de tipo ordinario	37
4.9.2 Manejo de aguas residuales de tipo especial	38
4.10 Manejo de las aguas pluviales	38
4.11 Manejo de emisiones gaseosas	39
4.11.1 Desde fuentes fijas o estacionarias	39
4.11.2 Desde fuentes variables o no estacionarias	39
4.11.3 Emisiones radioactivas	40
5. ELEMENTOS ABIÓTICOS	40
5.1 Clima	40
5.2 Calidad del aire	41
5.3 Ruido y vibraciones	41
5.4 Olores	41
5.5 Suelo	42
5.6 Aguas superficiales y subterráneas	42
5.7 Calidad del agua	43
6. ELEMENTOS BIÓTICOS	43
6.1 Flora	43
6.2 Fauna	44

7. ELEMENTOS SOCIOECONÓMICOS Y CULTURALES	46
8. ELEMENTOS ESTÉTICOS	46
9. AMENAZAS NATURALES	47
10. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	49
10.1 Fuentes generadoras de impactos ambientales y/o sociales	49
10.2 Parámetros ambientales y/o sociales	50
10.3 Metodología de caracterización y valoración de impactos ambientales y/o sociales	53
10.4 Valorización de impactos ambientales	55
10.5 Valorización de impactos sociales	57
10.6 Resumen de impactos ambientales	59
11. MEDIDAS DE MITIGACIÓN	61
12. PLAN DE CONTIGENCIAS	65
12.1 Plan de contingencia en caso de amenaza sísmica	65
12.2 Plan de contingencia en caso de incendio	68
12.3 Plan de contingencia para COVID-19	70
12.4 Seguridad industrial	74
13. PLAN DE MONITOREO	79
14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84
15. ANEXOS	85

1. INTRODUCCIÓN

En el presente documento se muestra la actualización del instrumento ambiental correspondiente al proyecto “Planta de Generación de Biomasa, Santa Ana”, el cual se encuentra ubicado en Granja Rancho K, en el kilómetro 52.8 carretera a Guanagazapa, aldea El Jocotillo, municipio de Villa Canales del departamento de Guatemala. La actividad o producto final para este proyecto es la generación de energía eléctrica a partir de la transformación de materia orgánica en biogás. El biogás se produce del resultado del almacenamiento y descomposición de gallinaza líquida y sólida (residuos de los procesos productivos de la empresa Granja Kaxin, S.A.) y pasto de King grass (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides*) cultivados en las áreas aledañas a la granja Kaxin. La energía generada se entrega a la empresa Distribuidora de Electricidad de Occidente, este contrato fue obtenido por medio del proceso de Licitación PEG3-2013 y su destino final será el sistema nacional de distribución de energía.

El actual instrumento ambiental fue realizado basándose en las nuevas especificaciones de los términos de referencia para Estudios de Impacto Ambiental categoría B2, elaboradas por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. El objetivo principal de la actualización es evaluar los impactos al ambiente que las actividades del proyecto “Planta de Generación de Biomasa, Santa Ana” puedan provocar al lugar y entorno donde se desarrolla con el fin de clasificar y valorar las actividades según sus impactos positivos o negativos y plantear medidas de mitigación, plan de contingencias y plan de monitoreos para los impactos identificados.

2. INFORMACIÓN GENERAL

2.1 Proyecto

2.1.1 Nombre del proyecto

Planta de Generación de Biomasa Santa Ana.

2.1.2 Dirección del proyecto

Granja Rancho K, kilómetro cincuenta y dos punto ocho (52.8), carretera a Guanagazapa en aldea El Jocotillo, municipio de Villa Canales, departamento de Guatemala.

2.2 Proponente

2.2.1 Nombre o razón social

AGROGENERADORA, S.A.

2.2.2 Nombre y cargo del representante legal

Javier Emilio Castellanos Rodríguez, Gerente de Unidad de Energía y Subproductos.

2.2.3 Dirección para recibir notificaciones

Calzada Atanasio Tzul 22-00, zona 12 Cortijio II, ofibodega 120, Guatemala, Guatemala.

2.2.4 Contacto

Correo: Javier.castellanos@centralagricola.com; Ph: 23270300; Celular: 37170960.

2.3 Responsable de la elaboración del plan de gestión ambiental

2.3.1 Empresa consultora

2.3.2 Consultor ambiental individual

2.3.3 Equipo técnico profesional

Thannia Mishelle Ramos Archila, Ejercicio Profesional Supervisado -EPS- Ingeniería en Gestión Ambiental Local.

3. MARCO JURÍDICO

Para el funcionamiento eficiente de las actividades en la empresa se hace necesario disminuir los impactos ambientales procedentes de la obtención de energía eléctrica y para ello es primordial identificar y hacer cumplir las normativas vigentes relacionadas a esta temática. A continuación, se indican los artículos aplicables de cada ley, decreto o acuerdo.

3.1 Constitución Política de la República de Guatemala

Artículo 64: "Se declara de interés nacional la conservación, la protección y el mejoramiento del patrimonio natural de la nación. El estado fomentara la creación de parques nacionales, reservas y refugios naturales los cuales son inalienables".

Artículo 97: "Medio ambiente y equilibrio ecológico. El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación".

3.2 Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (Decreto 68-86 del Congreso de la República de Guatemala) reformado por el Decreto 1-93, y sus reformas en el Decreto 90-2000.

Artículo 8: Para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características puede producir deterioro a los recursos naturales renovables o no renovables, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación de impacto ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la Comisión Nacional del Medio Ambiente (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales).

El funcionario que omitiere exigir el estudio de Impacto Ambiental de conformidad con este artículo, será responsable personalmente por incumplimiento de deberes, así como el particular que omitiere cumplir con dicho estudio de Impacto Ambiental será sancionado con una multa de Q5.000.00 a Q100.000.00. En caso de no cumplir con este requisito será clausurado en tanto no cumpla.

3.2.1 Reformas a la ley de protección y mejoramiento del medio ambiente. Decreto 90-2000

Artículo 2: La aplicación de esta ley y de sus reglamentos compete al Organismo Ejecutivo a través del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, cuyas funciones establece la ley del Organismo Ejecutivo.

Artículo 9: A partir de la vigencia del presente decreto, en toda disposición legal y administrativa que se refiera a la Comisión Nacional del Medio Ambiente y a la secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Presidencia de la República, debe entenderse que se refiere al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

3.3 Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental, Acuerdo Gubernativo 137-2016

Artículo 1. Contenido y objeto. El presente Reglamento contiene los lineamientos, estructura y procedimientos necesarios para apoyar el desarrollo sostenible del país en el tema ambiental, estableciendo reglas para el uso de instrumentos y guías que faciliten la evaluación, control y seguimiento ambiental de los proyectos, obras, industrias o actividades, que se desarrollan y los que se pretenden desarrollar en el país. Lo anterior facilitará la determinación de las características y los posibles impactos ambientales, para orientar su desarrollo en armonía con la protección del ambiente y los recursos naturales.

Artículo 19: Categorización ambiental. Los proyectos, obras, industrias o actividades, se clasifican de forma taxativa en tres diferentes categorías básicas A, B, y C tomando en cuenta los factores o condiciones que resultan pertinentes en función de sus

características, naturaleza, impactos ambientales potenciales o riesgo ambiental.

Categoría B. Corresponde a aquellos proyectos, obras, industrias o actividades consideradas como las de moderado impacto ambiental potencial o riesgo ambiental de entre todo el Listado Taxativo y que no corresponden a las categorías A y C. Se divide en dos: la B1, que comprende las que se consideran como de moderado a alto impacto ambiental potencial o riesgo ambiental; y los B2, que comprende las que se consideran como de moderado a bajo impacto ambiental potencial o riesgo ambiental.

3.4 Ley General de Electricidad, Decreto No. 93-96

Artículo 2. Las normas de la presente ley son aplicables a todas las personas que desarrollen las actividades de generación, transporte, distribución y comercialización de electricidad, sean estas individuales o jurídicas, con participación privada, mixta o estatal, independientemente de su grado de autonomía y régimen de constitución.

Artículo 10. Los proyectos de generación y de transporte de energía eléctrica deberán adjuntar evaluación de impacto ambiental, que se determinará a partir del estudio respectivo, el que deberá ser objeto de dictamen por parte de la Comisión Nacional del Medio Ambiente -CONAMA- dentro de un plazo no mayor de sesenta (60) días a partir de su recepción. En su dictamen CONAMA definirá, en forma razonada, la aprobación o improbación del proyecto o, en su caso, la aprobación con recomendaciones, las que deberán cumplirse. El reglamento de esta ley establecerá los mecanismos que garanticen su cumplimiento. En caso de no emitirse el dictamen en el plazo estipulado, el proyecto, bajo la responsabilidad de CONAMA, se dará por aprobado, deduciendo las responsabilidades por la omisión a quienes corresponda.

3.5 Reglamento de la Ley General de Electricidad, Acuerdo Gubernativo No. 256-97

Artículo 2. Aplicación. Las disposiciones del presente reglamento se aplican, dentro del marco de la Ley General de Electricidad, a las actividades de generación, transporte,

distribución y comercialización, que incluye la importación y exportación, de electricidad que desarrollan tanto las personas individuales o jurídicas con participación privada, mixta o estatal, independientemente de su grado de autonomía y régimen de constitución.

3.6 Reglamento del Administrador del Mercado Mayorista, Acuerdo Gubernativo No. 299-98

Artículo 2. Objeto del reglamento. El presente reglamento define los principios generales del Mercado Mayorista, así como la organización, funciones, obligaciones y mecanismos de financiamiento del Administrador del Mercado Mayorista.

Artículo 8. Alcance del reglamento. Las disposiciones del presente reglamento se aplican a las actividades del Mercado Mayorista y del Administrador del Mercado Mayorista, dentro del marco de la Ley General de Electricidad y el Reglamento de la misma; siendo de observancia obligatoria, incluyendo las Normas de Coordinación, para todos los Participantes del Mercado Mayorista, sean estos personas individuales o jurídicas, con participación privada, mixta o estatal, independientemente de su grado de autonomía y régimen de constitución.

3.7 Ley de incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable. Decreto No. 52-2003

Artículo 1. Urgencia e interés nacional. Se declara de urgencia e interés nacional el desarrollo racional de los recursos energéticos renovables. El órgano competente estimulará, promoverá, facilitará y creará las condiciones adecuadas para el fomento de inversiones que se hagan con ese fin.

3.8 Reglamento de la ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable, Acuerdo Gubernativo No. 211-2005

Artículo 1. Objeto. El presente Reglamento tiene por objeto desarrollar los preceptos normativos de la Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable

y asegurar las condiciones adecuadas para la calificación y aplicación concreta de los incentivos establecidos en la indicada Ley.

3.9 Reglamento para la Gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos Comunes, Acuerdo Gubernativo No. 164-2021

Artículo 1. Objeto. El presente reglamento tiene por objeto establecer las normas sanitarias y ambientales que deben aplicarse para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos comunes, en función de asegurar la protección de la salud humana y evitar la contaminación del ambiente. El cual será aplicable a los entes sujetos al presente reglamento.

Artículo 12. Clasificación. Todas aquellas personas, individuales o jurídicas, públicas o privadas, nacionales o extranjeras que, como resultado de sus actividades produzcan residuos o desechos sólidos comunes, deberán separarlos al momento de su generación, de acuerdo con clasificación siguiente:

a) Clasificación primaria:

- Orgánico
- Inorgánico

b) Clasificación secundaria:

- Papel y cartón
- Vidrio
- Plástico
- Metal
- Multicapa
- Otros

Artículo 16. Normas para los recipientes o contenedores destinados al almacenamiento temporal. Se establecen como normas mínimas aplicables a los recipientes o

contenedores destinados al almacenamiento temporal de residuos y desechos sólidos comunes, las siguientes:

- a) Deben proporcionar suficiente capacidad volumétrica para el almacenamiento temporal.
- b) Deben tener características congruentes con el equipo de recolección y transporte que se utilice;
- c) Deben estar contruidos con materiales sólidos, resistentes a la corrosión;
- d) Su diseño debe evitar el ingreso de agua de lluvia a su interior, excepto en el caso que se cuente con obras de infraestructura o se instalen otros medios físicos, capaces de brindar protección suficiente para el efecto.
- e) Su diseño y ubicación no debe representar riesgo de contaminación del suelo o de las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano;
- f) Su ubicación debe permitir una recolección expedita de los residuos y desechos sólidos comunes almacenados temporalmente en su interior;
- g) Su diseño debe facilitar su uso y mantenimiento; especialmente, las tareas de limpieza y lavado periódicos;
- h) Deben instalarse recipientes o compartimientos separados para cada categoría de separación establecida para los residuos y desechos sólidos comunes generados en las áreas públicas o privadas, según sea el caso;
- i) Deben estar claramente identificados, incluyendo ayudas gráficas, de acuerdo con la iconografía que se establecerá y;
- j) No deben ser utilizados para realizar actividades diferentes al almacenamiento temporal.

3.10 Código de Salud, Decreto 90-97.

El artículo 103 del Decreto 90-97, Desechos sólidos, prohíbe que se descarguen desechos sólidos en áreas no autorizadas. Los desechos sólidos generados en el curso del desarrollo del proyecto serán objeto de disposición apropiada siguiendo técnicas ambientalmente aceptables, en los sitios los oficialmente existentes en los poblados dentro de la zona de influencia del proyecto o utilizando operadores de empresas

autorizados por la municipalidad local.

Artículo 104. Lugares inadecuados. Si el Ministerio de Salud comprobara que existen lugares en donde se estén depositando desechos sólidos sin llenar los requisitos de la presente ley, deberán ser trasladados a otros lugares que cumplan con los requisitos sanitarios, con base a un programa que de común acuerdo establezcan las municipalidades respectivas y el Ministerio de Salud.

Artículo 105. Sitios y espacios abiertos. Los propietarios o poseedores de predios, sitios o espacios abiertos en sectores urbanos y rurales, deberán cercarlos y mantenerlos libres de desechos sólidos, malezas y aguas estancadas. Las autoridades municipales, en coordinación con las sanitarias, son responsables de hacer cumplir esta disposición.

Artículo 107. Desechos sólidos de la industria y comercio. Para el almacenamiento, transporte, reciclaje, y disposición de residuos y desechos sólidos, así como de residuos industriales peligrosos, las empresas industriales o comerciales deberán contar con sistemas adecuados según la naturaleza de sus operaciones, especialmente cuando la peligrosidad y volumen de los desechos, no permitan la utilización del servicio sanitario para la disposición de los desechos generales.

3.11 Reglamento de las Descargas Y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición De Lodos, Acuerdo Gubernativo No. 236-2006

Según el **Artículo 2.** de este Reglamento la APLICACIÓN cubre a: a) Los entes generadores de aguas residuales; b) Las personas que descarguen sus aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público; c) Las personas que produzcan aguas residuales para reúso; d) Las personas que reúsen parcial o totalmente aguas residuales; y e) Las personas responsables del manejo, tratamiento y disposición final de lodos.

Artículo 5: Estudio Técnico. La persona individual o jurídica, pública o privada, responsable de generar o administrar aguas residuales de tipo especial, ordinario o mezcla de ambas, que vierten éstas o no a un cuerpo receptor o al alcantarillado público

tendrán la obligación de preparar un estudio técnico avalado por técnicos en la materia a efecto de caracterizar efluentes, descargas, aguas para reúso y lodos.

3.12 Emisiones de gases

Artículo 14: Para prevenir la contaminación atmosférica y mantener la calidad del aire, el Gobierno, por medio de la presente ley, emitirá los reglamentos correspondientes y dictará las disposiciones que sean necesarias para:

- a) Promover el empleo de métodos adecuados para reducir las emisiones contaminantes;
- b) Promover en el ámbito nacional e internacional las acciones necesarias para proteger la calidad de la atmósfera;
- c) Regular las sustancias contaminantes que provoquen alteraciones inconvenientes de la atmósfera;
- d) Regular la existencia de lugares que provoquen emanaciones;
- e) Regular la contaminación producida por el consumo de los diferentes energéticos;
- f) Establecer estaciones o redes de muestreo para detectar y localizar las fuentes de contaminación atmosférica;
- g) Investigar y controlar cualquier otra causa o fuente de contaminación atmosférica;

Actualmente, el gobierno guatemalteco no ha publicado aún ningún reglamento sobre los límites máximos permisibles de emisiones de gases y condiciones sobre la calidad del aire ambiental.

4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La materia prima orgánica sólida y líquida se puede denominar como biomasa, la cual puede ser de origen vegetal o animal y que puede ser utilizada para generar biogás (para generar electricidad o calor). La obtención de energía a través de biomasa tiene como ventaja ser más económica ante los tipos convencionales de energía, que se producen a partir de combustibles fósiles. Además, es una fuente de energía renovable, más segura y más limpia que los combustibles tradicionales ya que por su forma de combustión emite menos gases dañinos al ambiente.

La empresa Agrogeneradora, S.A. es la unidad de negocio que cuenta con la primera planta industrial generadora de biogás en Centroamérica denominada “Planta de Generación de Biomasa Santa Ana”, la cual produce energía renovable con los desechos orgánicos propios y externos con el fin de preservar el medio ambiente. Este proyecto de generación de energía eléctrica tiene como principal fuente de materia prima la gallinaza sólida y líquida (que se obtiene de la empresa aledaña Granja Kaxin, S.A), pastos de King Grass (*Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides*) cultivados en terrenos que se encuentran alrededor de la planta de generación y granja, además, también se reciben los desechos orgánicos de otras empresas como fuentes de materia prima.

El proyecto “Planta de Generación de Biomasa, Santa Ana” ha sido planificado para desarrollar las siguientes fases:

a. Fase de construcción: Durante esta fase se acondiciona la superficie del terreno para desarrollar los servicios que el proyecto incluye, las principales actividades a desarrollar en esta fase son: nivelación del terreno y cimentación; acondicionamiento de calles de terracería y accesos; introducción de energía eléctrica; construcción de sistema de abastecimiento de agua, construcción de drenajes sanitarios, implementación de instalaciones nuevas y específicas que cuentan con infraestructura y tecnología de punta para ejercer su fase de operación. Cabe resaltar que

anteriormente existía un beneficio de café, por lo que se aprovechó esa estructura para remodelarla y acondicionarla a las áreas del proyecto.

b. Fase de operación: En esta segunda fase, se realiza actividades de transformación de materia orgánica sólida y líquida para la producción, consumo y venta de energía eléctrica. Se hace necesaria la contratación de seis personas para realizar las distintas actividades del departamento de unidad de energía y subproductos, la cual se conforma por un Gerente de Unidad de Energía y Subproductos, un jefe de planta, tres operadores senior y un operador junior.

c. Fase de abandono: En condiciones normales no se considera una fase de abandono, aunque se tiene contemplado que el proyecto tiene una vida útil de 25 años donde es necesario hacer un cambio de motor de cogeneración para poder extender el tiempo de vida del proyecto. Sin embargo, en el caso de la ocurrencia de un desastre de origen sísmico, con un alto grado de daño a las instalaciones e infraestructura de la planta, deberá considerarse la clausura y abandono del proyecto.

4.1 Ubicación del proyecto

El proyecto planta de generación se ubica en la finca Rancho K, kilómetro cincuenta y dos punto ocho (52.8) carretera a Guanagazapa en aldea El Jocotillo, municipio de Villa Canales, departamento de Guatemala. Las coordenadas geográficas del proyecto son: 14°17'34.08" latitud norte y 90°32'15.33" longitud oeste del Meridiano de Greenwich. Ver anexo 2.

Ya que el proyecto se encuentra en una aldea de Villa Canales, el uso del suelo se describirá de acuerdo al municipio. Según García Ramos (2004) Villa Canales está apto para desarrollarse forestalmente en un 55%. El municipio está conformado por 6,765 hectáreas de vegetación, bosques y cultivos, los cuales también se encuentran en terrenos planos y barrancos que benefician a gran cantidad y variedad de seres vivos.

La composición topográfica de Villa Canales está conformada en un 55% de terreno quebrado o accidentado, pero es aprovechado para cultivos casi en su totalidad, el resto de su jurisdicción la conforman áreas con pendientes entre el 6% y 45%. Esta conformación topográfica se debe a la ubicación del municipio dentro del área que contiene al valle donde se encuentra la ciudad. Las alturas respecto al nivel del mar oscilan entre los 1,250 a 1,600 metros (García Ramos, GA. 2004).

Según el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) los principales usos de la tierra en el municipio de Villa Canales son principalmente centros poblados, agricultura limpia anual, cultivo de café, pastos naturales y cultivados, bosques latifoliados, coníferas y mixtos. Ver figura 1.

En el área del proyecto no se considera que haya áreas ambientalmente frágiles, sin embargo, los puntos donde hay acumulación excesiva de calcio y brote de plaga de moscas (*M. doméstica*) pudieran convertirse en un futuro en áreas frágiles puesto que no forman parte del ecosistema natural del lugar, ver anexo 2. En la figura 2, se puede observar que la intensidad del uso del suelo donde se encuentra ubicada la planta está catalogada por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) como uso correcto del suelo. En la ubicación de la planta y alrededores no se cuenta con planificación territorial como planes maestros, reguladores, entre otros.

Figura 1. Mapa del Uso del Suelo del municipio Villa Canales, Guatemala.

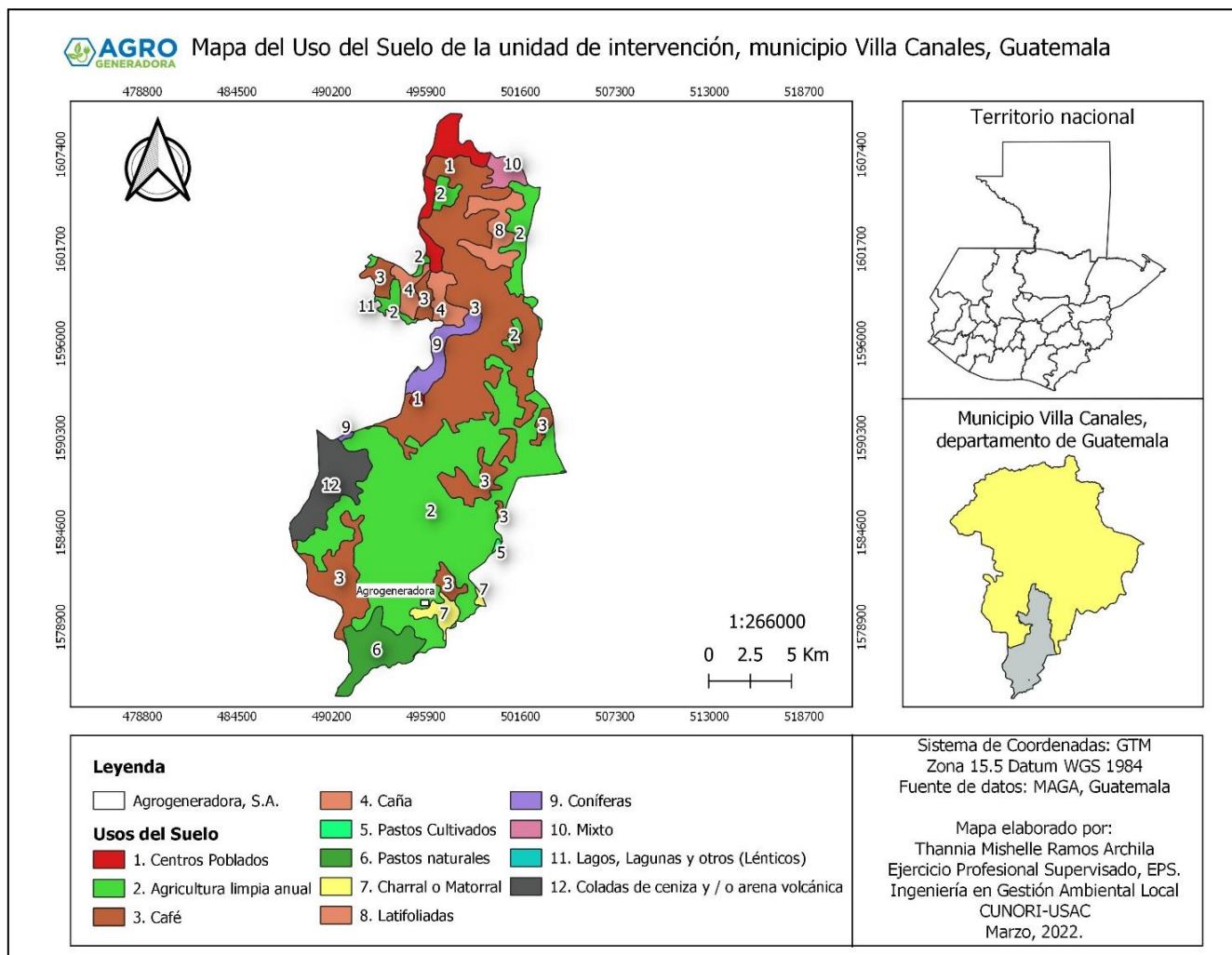
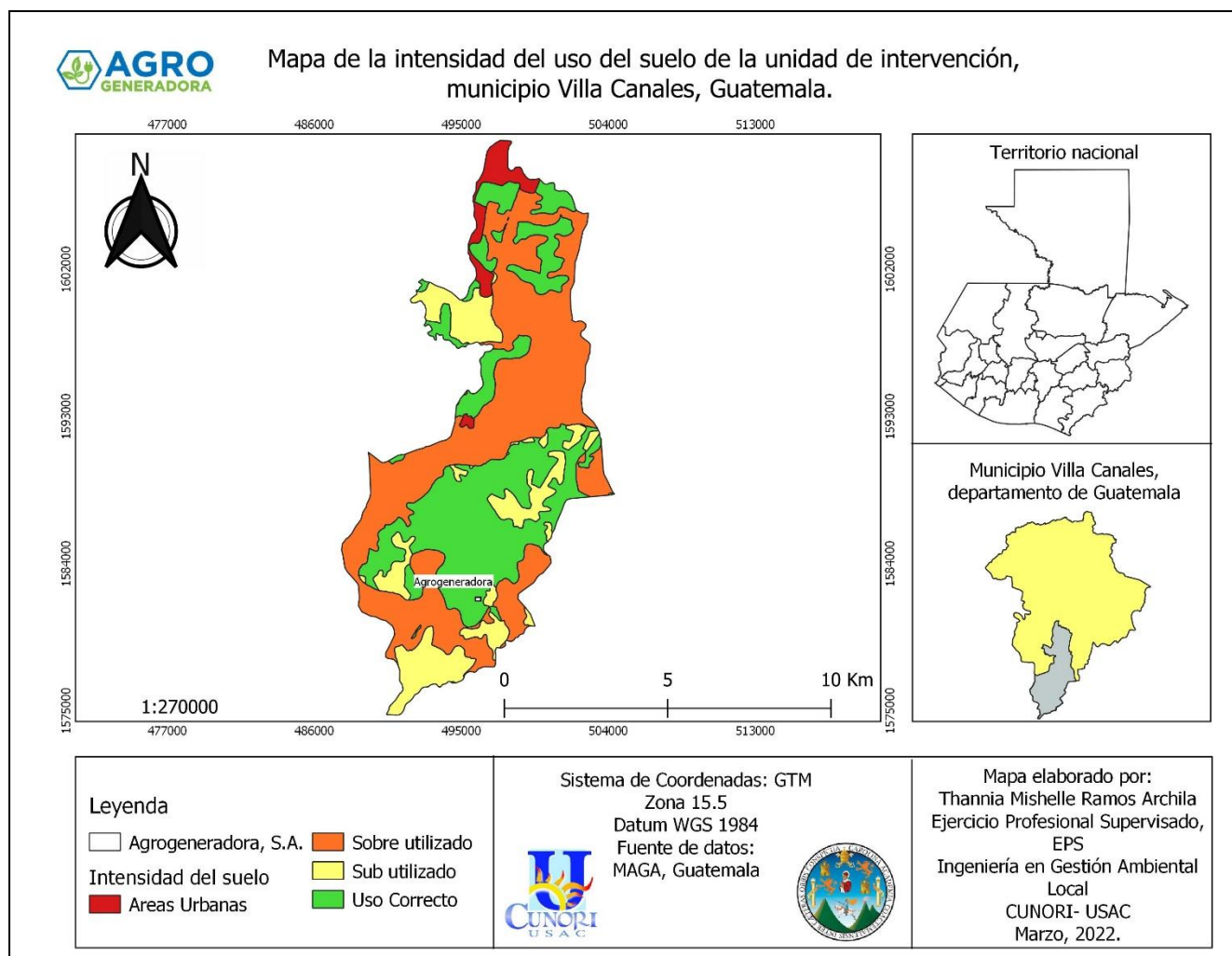


Figura 2. Mapa de la intensidad del uso del suelo en el municipio de Villa Canales, Guatemala.



4.2 Área del proyecto

El área donde se encuentra la planta generadora corresponde a 5.67 hectáreas de terreno lo que equivale en el Sistema Internacional de Unidades (SI) a 56,700 metros cuadrados. Sin embargo, el área de ocupación y construcción del proyecto corresponde a 799.99 metros cuadrados.

4.3 Área de influencia del proyecto

En su conjunto, el Área de Influencia Directa (AID) y el Área de Influencia Indirecta (AII) componen el Área de Influencia (AI) del proyecto, los cuales se describen a continuación:

4.3.1 Área de influencia directa

Para fines prácticos se puede definir como su área de influencia directa la aldea El Jocotillo del municipio de Villa Canales, sin embargo, para ser más específicos, el AID corresponde al entorno inmediato del proyecto, es decir, el sistema vial para acceder a la finca Rancho K, las comunidades aledañas, la granja avícola Kaxin y propiedades privadas.

Limita al norte con Granja Kaxin, S.A. y propiedades privadas con dueños particulares, al este con la comunidad Veramina, al sur con el río Las Flores y terrenos particulares; y al oeste con la finca Familia Brol. Para llegar a la empresa Agrogeneradora S.A. se recorren 52.8 kilómetros desde la ciudad capital, sobre la carretera a El Salvador (CA-1), en jurisdicción de aldea El Jocotillo, del municipio de Villa Canales.

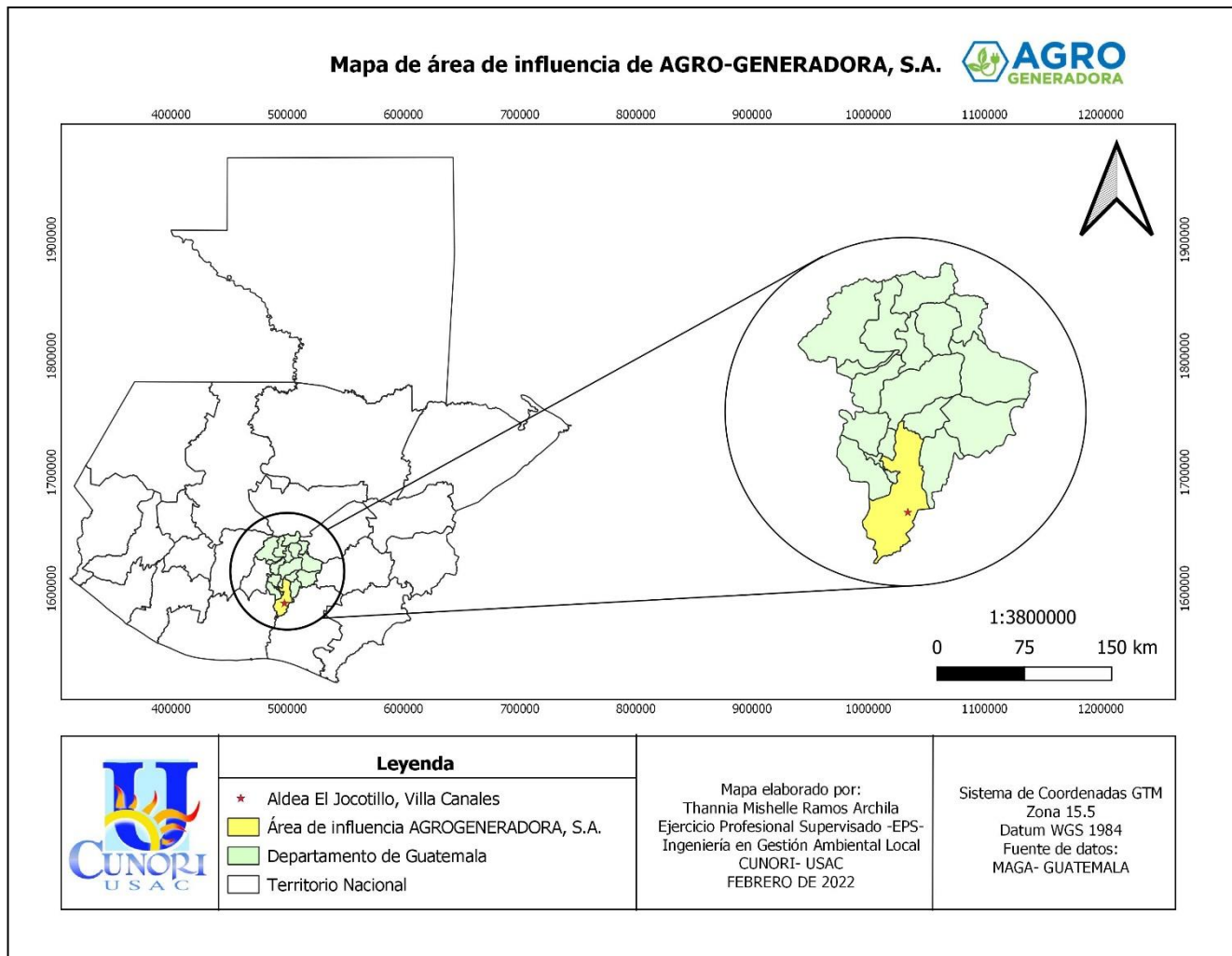
4.3.2 Área de influencia indirecta

Para el caso del proyecto, se establece que por medio del Sistema de Distribución y Provisión de Energía Eléctrica se distribuye y comercializa la energía generada a nivel nacional. En otras palabras, el territorio nacional del país corresponde como influencia indirecta del proyecto.

En el área circundante al proyecto se puede observar con la herramienta satélite de Google Maps, el Volcán Pacaya que según su clasificación por el Sistema de Áreas Protegidas (SIGAP) corresponde a categoría tipo I: Parque Nacional / Reserva Biológica, el cual está localizado aproximadamente a 12,000 metros de distancia (12 kilómetros), tomando esta medición en línea recta. La posible interacción que puede haber entre el proyecto y volcán es cuando el mismo haga una fuerte erupción y la ceniza volcánica

pueda cubrir el área de la planta.

Figura 3. Mapa de área de influencia de Agrogeneradora, S.A.



4.4 Diagramas de procesos

Para poder producir energía eléctrica a partir del biogás se necesita primordialmente toneladas de gallinaza sólida y líquida, King grass (*Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides*) y residuos sólidos orgánicos de otras empresas; la materia prima al llegar a los tanques de recepción esta lista para poder ser enviada a los biodigestores en donde se degrada y como consecuencia de ello, se genera gas metano, el cual es enviado al tanque desulfurizador en donde al gas se le extrae ácido sulfhídrico, con el fin que el gas sea de mayor calidad, posteriormente como producto final se genera energía eléctrica la cual es enviada a la red nacional y una parte la consume la planta de generación. Cabe resaltar que como subproductos/ o residuos se tienen aguas que pueden ser utilizadas para riego y; acumulación de calcio y azufre.

Figura 4. Diagrama general del funcionamiento de la Planta de Generación de Biomasa Santa Ana.

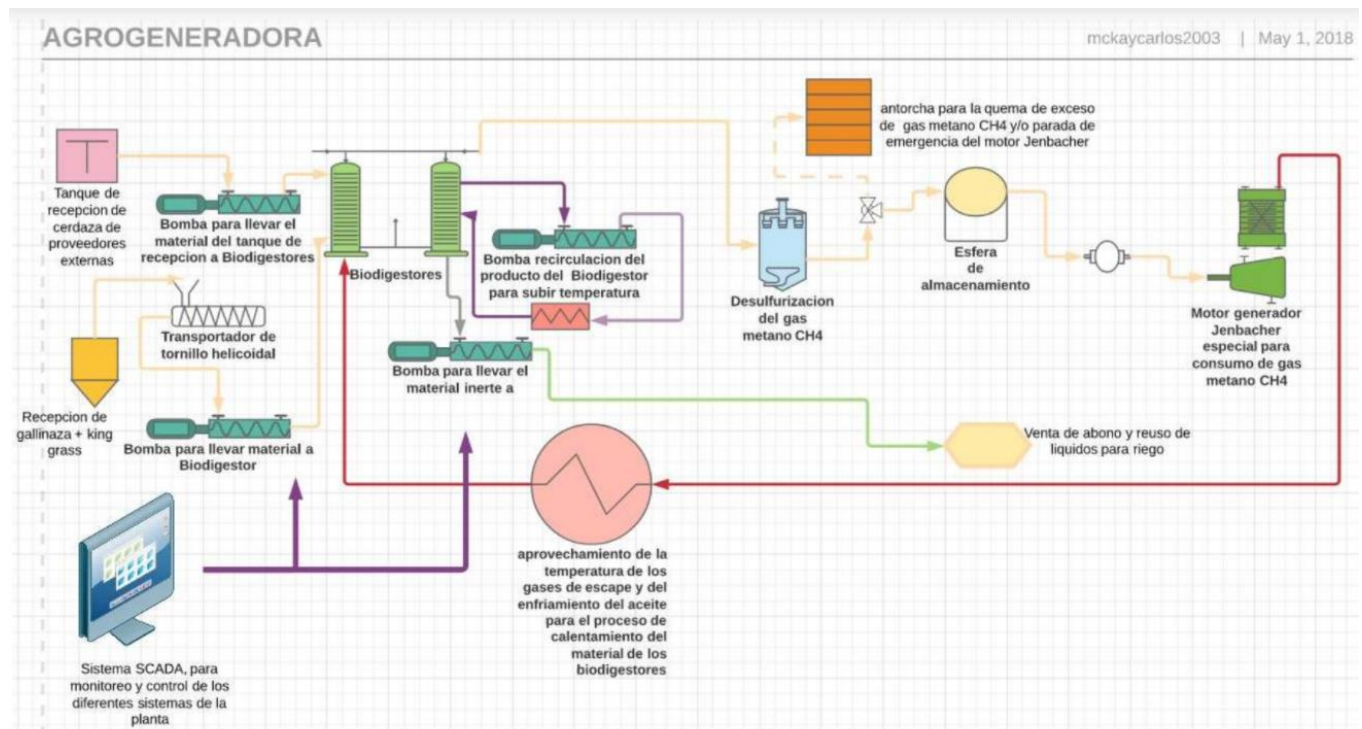


DIAGRAMA GENERAL DE FUNCIONAMIENTO DE AGROGENERADORA

Fuente: Agrogeneradora, S.A. 2018.

4.5 Fase de construcción

4.5.1 Infraestructura a desarrollar

Para el desarrollo de este proyecto es necesaria la construcción de infraestructura para dar lugar al equipo y maquinaria necesaria para las actividades de generación de energía eléctrica. La infraestructura funciona independiente y está dividida en dos zonas, las cuales se describen a continuación:

a. Zona de control, manejo y almacenamiento

- Unidad de cogeneración
- Unidad de automatización y controles
- Bodega de herramientas y suministros
- Servicio sanitario
- Unidad de laboratorio bioquímico

b. Zona de captación y tratamiento de materia orgánica

- Área de recepción y pretratamiento
- Área de bombeo de alimentación y drenaje
- Área de digestores metanogénicos
- Área de filtro biológico del gas
- Área de almacenamiento temporal de gas metano
- Área de antorcha para liberación de excedente de gas metano
- Área de manejo de los residuos del digestor
- Laguna de efluentes de líquido fertilizante (digestato)
- Área de secado de sólidos

4.5.2 Preparación del sitio

a. Movimientos de tierra: Se realizarán movimientos de tierra menores que consistirán en la remoción de la capa superficial del suelo para uniformizar el terreno, no se realizarán cortes o rellenos que modifiquen la topografía.

b. Limpieza: Se removerán los arbustos, troncos, raíces y la capa superior orgánica del terreno; para la instalación de los digestores, gasómetro y motor de cogeneración.

4.5.3 Obras e instalaciones provisionales

a. Bodega de almacenamiento: Se condicionará un área con suficiente espacio para que se almacenen los materiales y equipos necesarios a utilizar en la fase de construcción.

b. Parqueo para maquinaria y equipo: Durante la fase de construcción se destinará un área sin revestimiento del suelo y sin muro perimetral para el parqueo de vehículos de transporte pesado y maquinaria que será utilizada durante esta fase del proyecto.

4.5.4 Servicios requeridos

a. Vías de acceso: El centro del proyecto tiene coordenadas geográficas 14°17'34.08" norte y 90°32'15.33" oeste, ubicándose en aldea El Jocotillo del municipio Villa Canales. Puede llegarse al proyecto desde la ciudad de Guatemala recorriendo sobre la carretera a El Salvador en el km. 52.8 en jurisdicción a aldea El Jocotillo, desviándose por el camino de terracería que conduce a la finca Rancho K, donde se encuentra la empresa Granja Kaxin.

b. Bancos de material: El proyecto requerirá infraestructura para la instalación de la planta, esta infraestructura, materiales y equipo serán comprados a proveedores de otro país, quienes cuentan con sus propios bancos de material, por lo que dentro del terreno donde se desarrollará el proyecto no se establecerá ningún banco de material.

c. Transporte de material: Se utilizarán camiones para el transporte de los materiales y equipos necesarios para el funcionamiento de la planta generadora. Se hará uso de la vía de acceso para el proyecto.

d. Abastecimiento de agua: Durante esta fase, la empresa Granja Kaxin, proporcionará el agua al proyecto, la cual será utilizada por los empleados para consumo y ejecución de actividades de instalación de la planta generadora.

e. Energía eléctrica: Se utilizará una planta eléctrica auxiliar de emergencia que abastecerá de energía cuando sea necesario utilizarla en las actividades de construcción del proyecto “Planta de Generación de Biomasa, Santa Ana”.

4.5.5 Maquinaria y equipo

Cuadro 1. Maquinaria y equipo a utilizar en el proyecto.

MAQUINARIA Y/O EQUIPO
Niveles y teodolitos
Grúa
Camiones de volteo
Excavadora
Niveladora
Barrenos
Pulidoras
Planta eléctrica diésel
Soldadoras eléctricas
Pulidoras
Equipo de oxicorte

4.5.6 Materiales de construcción y otros insumos

Cuadro 2. Listado de materiales a utilizar en la fase de construcción.

MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
Cable
Alambre
Canaletas
Conectores
Tomacorrientes
Plafoneras
Tornillos
Turcas
Tubería metálica
Electrodos
Grasa
Discos de corte para metal
Lijas

4.5.7 Contratación de personal

Para el desarrollo de la infraestructura y los servicios que se prestarán dentro del proyecto, será necesario contar con mano de obra calificada y no calificada, la procedencia de la mano de obra será principalmente local, debido a la cercanía del proyecto con las aldeas aledañas, que cuenta con suficiente mano de obra no calificada para abastecer la demanda del proyecto. Respecto a la procedencia de mano de obra calificada será contratadas 19 personas nacionales y 5 personas extranjeras para la construcción e instalación de los digestores, gasómetro, agitadores de tanques de recepción. Las especialidades del personal son de electricistas, soldadores, fontaneros, ayudantes e ingenieros.

4.6 Fase de operación

4.6.1 Principales actividades y/o procesos dentro del área

A continuación, se describen los principales procesos para la producción de energía eléctrica a partir de biomasa (Agrogeneradora, 2020):

4.6.1.1 Proceso de recepción de materia prima

El proceso de generación de energía eléctrica inicia con la recepción de la materia prima para la generación de biogás, combustible para la generación de energía eléctrica. La planta Agrogeneradora cuenta con dos áreas de recepción de materia prima, líquida y sólida.

a. Materia prima líquida

La recepción de materia prima líquida se realiza en un foso de recepción, con capacidad de 300 metros cúbicos. El foso cuenta con sensor de nivel para monitorear y registrar los ingresos de materia prima.

b. Materia prima sólida

La recepción de materia prima sólida se realiza en una tolva con capacidad de 7,000 kg; la alimentación de la materia prima sólida se realiza con una bomba que mezcla digestato y materia prima sólida para facilitar el bombeo. Ambos procesos de recepción de materia prima cuentan con medidores de flujo para monitorear la cantidad alimentada.

4.6.1.2 Proceso de digestión anaeróbica

El proceso de digestión anaeróbica cuenta con dos digestores continuos que operan de forma paralela bajo condiciones controladas. Dentro de los digestores ocurre la transformación de la materia prima líquida y sólida en gas biológico rico en metano, dióxido de carbono, ácido sulfhídrico, vapor de agua, entre otros. El área de digestión anaeróbica cuenta con bombas de recirculación para mantener la temperatura del digestato en condiciones óptimas (37.5 °C).

La alimentación de los digestores se hace de forma automática y periódica durante el día. El biogás producido es conducido por tuberías de acero inoxidable el cual es monitoreado diariamente, el monitoreo consiste en realizar análisis de concentración de metano, dióxido de carbono, oxígeno y ácido sulfhídrico. El sistema cuenta con un medidor de flujo continuo que registra el gas producido a diario.

4.6.1.3 Proceso de desulfurización de biogás

El biogás, luego de ser producido, se debe refinar eliminando el ácido sulfhídrico (H₂S). La eliminación del H₂S ocurre en un filtro biológico aeróbico, su función es la eliminación del H₂S como proceso de metabolización de diferentes bacterias aeróbicas. Para la eliminación del H₂S, se debe agregar nutrientes a la mezcla de agua que recircula dentro del filtro. La metabolización del H₂S ocurre en existencia de oxígeno, nutrientes y un medio ácido.

4.6.1.4 Proceso de almacenamiento de biogás

Previo a la utilización del biogás como combustible y luego de ser refinado, el biogás se almacena temporalmente en un gasómetro con capacidad de 2,000 metros cúbicos. El sistema de almacenamiento es un conjunto de doble membrana (externa e interna) donde la membrana externa mantiene su forma con constante alimentación de aire, y la membrana interna aumenta o disminuye su volumen dependiendo de la demanda o producción de biogás.

4.6.1.5 Proceso de generación de energía eléctrica

La transformación del biogás hacia el motor es operada por una unidad soplante de gas que trabaja conforme la demanda de gas del motor. La generación de energía eléctrica ocurre dentro de la unidad del motor, que se comprende en motor de combustión y generador de energía eléctrica en tensión 480 V.

4.6.1.6 Transformación de energía eléctrica

La energía eléctrica previa a ser distribuida hacia la red nacional, es transformada de 480 V a 13,800 V. Esto ocurre en un transformador.

4.6.1.7 Manejo y separación del digestato

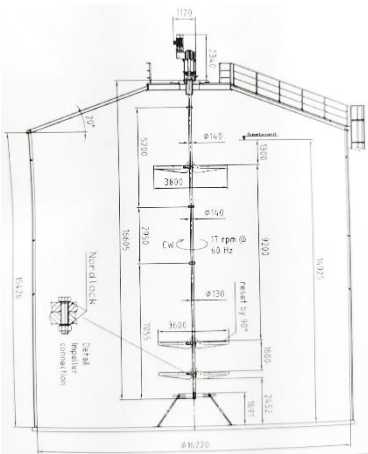
Con el objetivo de mantener un nivel de líquido dentro de los parámetros de operación, la misma cantidad de líquido que se alimenta, se extrae utilizando las bombas de recirculación del digestato. El efluente, digestato, está conformado por 70% fracción líquido y 30% fracción sólida. La separación sólida/líquido se lleva a cabo utilizando un separador de tornillo.

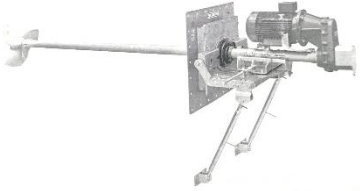
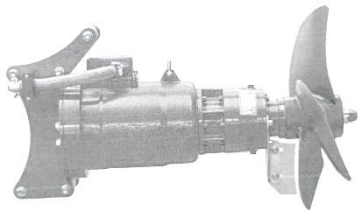
La fracción líquida por ser rica en nutrientes y por contener bacterias del proceso de digestión anaeróbica se regresa al proceso para ser aprovechadas nuevamente. El resto, la parte que no se recircula al proceso, se aplica en los campos aledaños a la planta

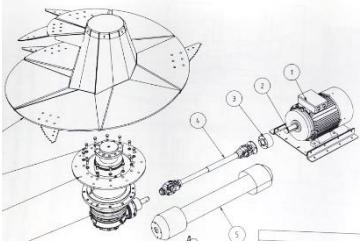
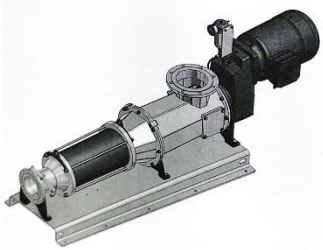
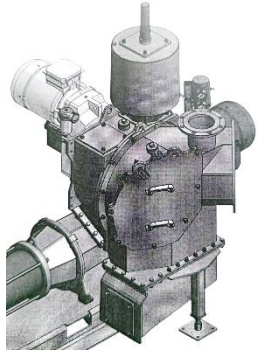
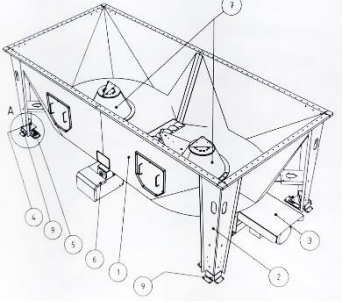
Agrogeneradora para el mantenimiento y suministros de nutrientes del King grass (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides*). El King Grass (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides*) es un pasto de crecimiento rápido que proporciona fuente de carbono para el biodigestor.

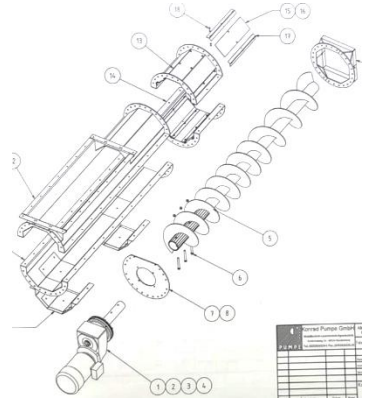
4.6.2 Maquinaria y equipo

Cuadro 3. Listado de equipo utilizado en Agrogeneradora, S.A.

No.	Equipo	Cantidad	Horas/día	Fotografía para ejemplificar
1	Digestores	2	24 horas	
2	Agitadores centrales de los digestores	2	24 horas	

3	Bombas helicoidales de alimentación y purga hacía los digestores	4	11 horas	
4	Agitador sumergido fijo del tanque de recepción	1	6 horas	
5	Bomba sumergible en tanque fugate	1	8 horas	
6	Agitador sumergido con sistema de elevación del tanque fugate	1	8 horas	
7	Motor generador en contenedor	1	18 horas	

8	Agitadores en tanque báscula mixer	2	2 horas	
9	Bomba helicoidal área mixer	2	2 horas	
10	Rotacut de tanque de sólidos área mixer	2	2 horas	
11	Tanque receptor y báscula de materia orgánica sólida	1	4 horas	

12	Alimentador de tornillo área mixer	1	2 horas	
13	Planta eléctrica auxiliar de emergencia	1	Eventual (cuando se va la energía)	
14	Bombas de recirculación de agua	2	24 horas	
15	Estación de tratamiento de gas para eliminar sulfhídricos (H2S)	1	24 horas	

16	Bombas de recirculación de agua	2	24 horas	
17	Bomba para admisión de aire en el reactor	1	24 horas	
18	Medidor de pH de agua del reactor	1	24 horas	
19	Tanque de abono foliar como nutriente para bacterias que degradan el ácido sulfhídrico	1	Intermitente	

15	Chiller, bombas de circulación de agua fría para condensación del calor del gas saliente	1	24 horas	
16	Gasómetro de doble membrana	1	24 horas	
17	Antorcha	1	Eventual (cuando excedente de producción de gas)	
18	Bombas para introducir gas metano	2	18 horas	

19	Transformador de corriente de 480 V a 1380 V	1	18 horas	
20	Cuarto de control de PLC- Control de Automatización	1	24 horas	

Los equipos instalados en la planta generadora que utilizan refrigerantes son las bombas de recirculación de agua y la planta eléctrica auxiliar de emergencia. Por otro lado, el motor generador en contenedor y planta eléctrica auxiliar utilizan baterías de 12 voltios. Respecto a hidrocarburos, el motor generador utiliza gas metano y la planta eléctrica auxiliar hace uso de diésel.

4.6.3 Materias primas e insumos

Como principal materia prima se encuentra la gallinaza líquida y sólida proveniente de la granja Kaxin y el King grass (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides*) cultivado en los terrenos aledaños a la planta generadora y granja. Se tiene estimado que se recibe en promedio 45 toneladas de gallinaza al día y eventualmente 500 kg de King grass (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides*).

Actualmente se reciben otros desechos variados de materia orgánica que son residuos de otras empresas que vienen a entregarlos a Agrogeneradora, con el fin de dar una buena disposición final a sus residuos sólidos orgánicos.

La forma de almacenamiento de estas materias está relacionado directamente en los tanques de recepción en donde posteriormente se les da uso como fuente de alimentación para las bacterias presentes en los biodigestores quienes inician el proceso de generación de gas metano.

Es importante resaltar que en la planta generadora no se reciben materias primas que sean sustancias químicas, tóxicas o peligrosas, debido a que las bacterias contenidas en los biodigestores no soportan este tipo de sustancias, ya que se alimentan única y exclusivamente de materia orgánica.

4.6.4 Productos, subproductos y/o servicios

Como producto principal de la recepción y transformación de materia orgánica sólida y líquida se obtiene gas metano. El gas metano es distribuido al gasómetro de doble membrana en donde se almacena constantemente; posteriormente se envía al motor generador en contenedor para convertirse en producto final. En este proceso el motor generador tiene la capacidad de convertir gas metano en energía eléctrica, la cual una parte es consumida por la planta generadora y otra parte es distribuida a la red nacional de electricidad. El motor generador cuenta con la capacidad de producir 1 MW de energía por hora.

Los subproductos presentes en este proceso son las aguas residuales que por sus límites máximos permisibles y nutrientes que poseen, se utilizan en el riego extensivo a manera de fertirriego en las plantaciones de cultivo de King grass (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides*) aledaños a la planta generadora. Según el artículo 34 del Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos para la planta generadora aplica y se autoriza la categoría Tipo I: Reúso para riego agrícola en general.

La materia orgánica sólida excedente del proceso de generación de energía también se considera un subproducto, el cual se almacena temporalmente en el tanque de fuate. Se tiene previsto a corto plazo darle un valor agregado para luego ser comercializado.

4.6.5 Servicios requeridos

4.6.5.1 Energía

La obtención de energía eléctrica para la ejecución de actividades dentro de la empresa se obtiene del producto final que se genera. La planta consume en promedio al día 1.3 megas, lo equivalente a 54 kW/h (Agrogeneradora, 2020). Además cuenta con un generador eléctrico a base de combustibles fósiles (diésel), el cual es utilizado en caso de que existan cortes de energía en el sector.

4.6.5.2 Abastecimiento de agua

El abastecimiento de agua en la planta generadora proviene de la extracción de agua de pozo con el que cuenta la empresa Granja Kaxin, S.A. la cual para poder hacer uso de ella debe de comprarse. Se tiene registrado que el agua que utiliza la planta en promedio al día es de 58.67 metros cúbicos (Agrogeneradora, 2021). Las actividades principales que consumen agua en las instalaciones son para lavado de camiones que descargan materia orgánica sólida y líquida, uso de sanitario y riego de plantas. Con el fin de ser más eficientes en el lavado de las unidades de descarga, la empresa ha disminuido el

tiempo y número de lavados por camión, lo que ha tenido resultados satisfactorios. Actualmente no se cuenta con un sistema de ahorro de agua dentro de las instalaciones.

4.6.5.3 Vías de acceso

El centro del proyecto tiene coordenadas geográficas 14°17'34.08" norte y 90°32'15.33" oeste, ubicándose en aldea El Jocotillo del municipio Villa Canales. Puede llegarse al proyecto desde la ciudad de Guatemala recorriendo sobre la carretera a El Salvador en el km. 52.8 en jurisdicción a aldea El Jocotillo, desviándose por el camino de terracería que conduce a la finca Rancho K, donde se encuentra la empresa Granja Kaxin y Agrogeneradora.

4.6.6 Contratación de personal

En la fase de operación del proyecto, actualmente Agrogeneradora cuenta con 7 empleados directos que trabajan en la empresa, se distribuyen de la siguiente manera: un gerente general que se encarga de la planificación y ejecución de actividades, un jefe de planta, 3 operadores, un auxiliar de operador y un piloto de camión cisterna. Los operadores tienen turnos rotativos y son originarios de aldeas aledañas al proyecto.

4.7 Fase de abandono

El proyecto de la planta generadora está contemplado con una vida útil de 25 años, sin embargo, si existe una buena rentabilidad que permita seguir siendo viable la producción de energía con ese tipo de sistema, el proyecto puede continuar por un tiempo indeterminado.

Si llegase el fin de la vida útil del proyecto se tiene contemplado inicialmente informar con tiempo estipulado conforme lo indica el código de trabajo, la finalización de contratos de trabajo a las personas que forman parte de la empresa. Se contratará a una empresa independiente para el desmantelamiento de los digestores y resto de maquinaria y equipo. Durante la fase de abandono, se crearán y ejecutarán protocolos para el manejo

de residuos y desechos sólidos comunes y/o especiales, así como para la remediación del sitio, en donde se incluyan medidas de restauración ambiental en el área intervenida por la planta generadora.

4.8 Manejo de residuos y desechos

4.8.1 Gestión integral de residuos y desechos sólidos comunes (GIRD'S)

La cantidad de desechos sólidos comunes se estima en promedio 1.2 kg por persona/día, haciendo un total de 3.6 kg/día que serán generados por los empleados del proyecto “Planta de Generación de Biomasa, Santa Ana”. Los desechos serán recolectados y debidamente clasificados en bolsas de polietileno para luego ser trasladados por la empresa Granja Kaxin a su relleno sanitario a cielo abierto.

La gestión de los residuos y desechos sólidos se hará en todas las fases del proyecto para que sea de manera integral, en la fase de construcción, los principales desechos sólidos están constituidos por restos de envases y materiales de construcción; desechos generados por los obreros, tales como vestimentas y calzado inutilizables, envoltorios de alimentos, latas de alimentos y bebidas; entre otros.

Durante la fase de operación se realizó una clasificación y caracterización de los residuos y desechos sólidos generados durante un lapso de tiempo de 14 días. Los resultados de este análisis son los siguientes: La Producción Per Cápita por Día (PPC) es de 0.27 kg/persona/día, generando en el proyecto entonces, 0.81 kg/día; donde el 24.24% corresponde a residuos orgánicos (residuos de alimentos y huesos) y el 75.76 % corresponde a residuos y desechos inorgánicos.

Entre los residuos inorgánicos generados en el proyecto se encuentran papel y cartón; vidrio, plástico, ropa, desechos sanitarios, aluminio, entre otros varios. Estos desechos y residuos se almacenan en depósitos destinados para su almacenamiento, los cuales se encuentra debidamente identificados. Los residuos orgánicos pueden aprovecharse como materia prima para la generación de energía eléctrica.

En la etapa de abandono se generarán desechos propios del terreno teniendo una recuperación natural del área, esto sucedería si el proyecto fuese abandonado en su totalidad y no se le diera su mantenimiento respectivo.

Todos los desechos sólidos generados en las diferentes etapas del proyecto tendrán su disposición final en un área que tiene destinada la Granja Kaxin, la cual es un relleno sanitario a cielo abierto. La Granja Kaxin es la encargada de recoger y trasladar los residuos y desechos sólidos generados por ambas empresas.

4.8.2 Manejo de residuos y desechos peligrosos

No existirá manipulación, utilización ni generación de residuos o desechos peligrosos dentro del proyecto.

4.8.3 Manejo de residuos y desechos especiales

Por las actividades que se realizan en el proyecto de generación de biomasa no se generan residuos y desechos especiales, es por ello que no existe un protocolo de manejo para este tipo de contaminantes.

4.8.4 Manejo de residuos y desechos radiactivos

Por las actividades que se realizan en el proyecto de generación de biomasa no se generan residuos y desechos radioactivos, es por ello que no existe un protocolo de manejo para este tipo de contaminantes.

4.9 Manejo de aguas residuales de tipo ordinario y/o especial

4.9.1 Manejo de aguas residuales de tipo ordinario

Para las aguas residuales, se instalarán tuberías enterradas a lo largo de la planta, las cuales tendrán conexiones para evacuar las aguas residuales ordinarias y conducir las a

una fosa séptica que se encuentra conectada al tanque de recepción de materia orgánica líquida de la planta, para que los digestores aprovechen y traten este tipo de aguas. Tomando en consideración para la fase de operación que el promedio de consumo de agua por persona al día es de 100 litros y que hay 6 empleados, se tiene previsto que haya una dotación de aguas residuales ordinarias al día de 600 litros, el equivalente a 0.6 m³.

4.9.2 Manejo de aguas residuales de tipo especial

Se consideran aguas residuales de tipo especial las provenientes del proceso productivo; específicamente de los digestores; en promedio se extraen 121 m³ de aguas residuales al día. Las características que presentan este tipo de aguas, es que por sus límites máximos permisibles y nutrientes que poseen, dan espacio a que se utilicen en el riego extensivo a manera de fertirriego en las plantaciones de cultivo de King grass (*Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides*) aledaños a la planta generadora. Según el artículo 34 del Reglamento de Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, para la planta generadora aplica y se autoriza la categoría Tipo I: Reúso para riego agrícola en general.

4.10 Manejo de las aguas pluviales

Las aguas pluviales se entienden como aquellas aguas que provienen de la lluvia y que no son absorbidas por el suelo, sino que escurren de las calles, casas, edificios y otras superficies que luego se recolectan en alcantarillados donde fluyen a un sistema de drenaje pluvial.

En la temporada de época lluviosa, el manejo que se les proporciona a las aguas pluviales es a través de la conducción directa hacia el cauce natural del terreno, es decir que las instalaciones de la planta generadora transportan el agua de lluvia alrededor de las instalaciones, donde una parte es aprovechada por la vegetación presente y el resto de agua pluvial por proceso de infiltración alimenta al manto freático.

4.11 Manejo de emisiones gaseosas

4.11.1 Desde fuentes fijas o estacionarias

Durante la fase de operación se generan emisiones de gases y vapor al ambiente por medio de la antorcha y escape de gases de combustión del motor de cogeneración en lapsos de tiempo recurrentes. Esto se debe a que el gasómetro tiene un límite de almacenamiento de gas; cuando este se encuentra lleno y el motor de cogeneración se encuentra detenido, el excedente se quema a través de la antorcha; por otro lado el motor de cogeneración utiliza el gas contenido en el gasómetro y lo convierte en energía eléctrica, durante este proceso se liberan gases de combustión a la atmósfera. Los impactos generados por la presencia de emisiones al aire, se han considerado de baja a mediana magnitud, con duración temporal. Estos impactos pueden considerarse puntuales y directos, pues al concluir la etapa de construcción y operación, también finalizan los mismos. Actualmente no se tiene un estimado de la cantidad y características generada de las emisiones al aire.

4.11.2 Desde fuentes variables o no estacionarias

Durante el desarrollo de la fase de construcción y fase de operación del proyecto “Plan de Generación de Biomasa, Santa Ana” se han generado emisiones por movilización y transporte tanto de personal como de maquinaria utilizada para la instalación de la planta y operación de la misma. Se han generado emisiones fugitivas de material particulado y emisión de gases de combustión de los vehículos u maquinarias que afectan a la calidad de este componente en el área de influencia del proyecto. Los impactos generados por la presencia de emisiones al aire, se han considerado de baja a mediana magnitud, con duración temporal. Estos impactos pueden considerarse puntuales y directos, pues al concluir la etapa de construcción y operación, también finalizan los mismos. Actualmente no se tiene un estimado de la cantidad y características generada de las emisiones al aire.

4.11.3 Emisiones radioactivas

El proyecto no genera ningún tipo de emisión radioactiva por lo que no hay ningún tipo de infraestructura para evitar la radiación en los alrededores.

5. ELEMENTOS ABIÓTICOS

5.1 Clima

En Villa Canales, la temporada de lluvia es nublada, la temporada seca es mayormente despejada y es caliente durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 14 °C a 28 °C y rara vez baja a menos de 12 °C o sube a más de 30 °C (Weather Spark 2021).

La temporada fresca dura 4.5 meses, que empieza en septiembre y termina en enero, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 25 °C. El mes más frío del año en Villa Canales es enero, con una temperatura mínima promedio de 15 °C y máxima de 25 °C (Weather Spark 2021).

La temporada de lluvia dura 8.1 meses, iniciando en marzo y finalizando en diciembre con un intervalo móvil de 31 días de lluvia de por lo menos 13 milímetros. El mes con más lluvia en Villa Canales es septiembre, con un promedio de 162 milímetros de lluvia (Weather Spark 2021).

Por los procesos productivos que se llevan a cabo en el proyecto, se aportan gases y vapor de agua en concentraciones bajas comparado con otras empresas que emiten grandes cantidades de gases a la atmósfera; es relativamente bajo que el clima se vea afectado.

5.2 Calidad del aire

La calidad del aire disminuye al aumentar la concentración de partículas de polvo, debido al transporte de camiones, así como la emisión de gases.

Los impactos a la calidad del aire se derivan del funcionamiento de la maquinaria tanto móvil como estacionaria que se utiliza para el desarrollo de la fase de construcción y operación del proyecto. Un impacto producto de la operación, serán las descargas normales de vapores y gases hacia la atmósfera, provenientes de la antorcha y motor de cogeneración, por lo que debe verificarse que en las instalaciones se apliquen las normas de seguridad establecidas.

Por la ubicación de las instalaciones dentro del proyecto, que son espacios abiertos no techados, suficientemente ventiladas por los vientos dominantes, dispersará rápidamente los vapores sin ocasionar daños al entorno al no ser materias acumulativas.

Durante la etapa de construcción del proyecto surge un movimiento de tierra mínimo para el retiro de la cobertura vegetal del área (pastizales), lo cual pudo haber generado una cantidad mínima de levantamiento de tierra y por ende partículas en suspensión.

5.3 Ruido y vibraciones

El ruido producido durante la construcción y el desmontaje será el relativo de las actividades que esta genere por un período de tiempo corto, durante la operación se estima que no se generarán sonidos que sobrepasen los 40 DB.

5.4 Olores

Durante la etapa de operación, la materia prima almacenada en los tanques de recepción y el agua residual como subproducto generan mal olor debido a las partículas odoríferas que emanan de los gases.

5.5 Suelo

De acuerdo con la Primera Aproximación al Mapa de Clasificación Taxonómica de Suelos de la República de Guatemala a escala 1:250,000 (MAGA, 2000), la aldea El Jocotillo y el área donde se encuentra establecida la empresa Agrogenadora corresponden a la clasificación taxonómica en el orden de Entisol.

De acuerdo con el MAGA (2000:23) señala lo siguiente:

Las características generales de estos suelos es que son suelos con poca o ninguna evidencia de desarrollo de su perfil y, por consiguiente, de los horizontes genéticos. El poco desarrollo es debido a condiciones extremas, tales como, el relieve (el cual incide en la erosión o, en su defecto, en la deposición superficial de materiales minerales y orgánicos) y, por otro lado, las condiciones como el exceso de agua. De acuerdo al relieve, estos suelos están presentes en áreas muy accidentadas (Cimas de montañas y volcanes) o en partes planas.

5.6 Aguas superficiales y subterráneas

El desarrollo del proyecto no tiene incidencia con fuentes subterráneas o superficiales de agua, debido a que en la etapa de operación el agua es utilizada para uso sanitario y lavado de camiones. A pesar de ello, el área de lavado de camiones no se encuentra permeabilizado el suelo, lo que provoca que una cantidad mínima de agua logre infiltrarse en el suelo y es probable que llegue hasta el manto freático.

La fuente de agua superficial más próxima al proyecto es el río Aguacapa, este cuerpo de agua no se ve afectado de forma directa por el desarrollo, funcionamiento y abandono del proyecto.

5.7 Calidad del agua

El agua utilizada para uso sanitario, riego de plantas y lavado de camiones en la planta generadora proviene del pozo mecánico que es propiedad de la empresa Granja Avícola Kaxin. El último análisis de calidad del agua que se realizó al pozo mecánico fue en noviembre de 2021. Los resultados obtenidos en el análisis de agua potable indican que la mayoría de los parámetros analizados se encuentran por debajo de los LMA (Límites Máximos Aceptables) y LMP (Límites Máximos Permisibles); si bien la calidad del agua no se encuentra altamente contaminada, no es recomendable para consumo humano. El proyecto no tiene incidencia en alterar las características físico-químicas del agua extraída del pozo mecánico.

6. ELEMENTOS BIÓTICOS

Las condiciones generales presentes en las instalaciones de la planta respecto a elementos bióticos se detallan en el cuadro 2 y 3. Es importante destacar que la flora y fauna que se encuentran en los alrededores de la planta generadora, por el momento no se han visto afectados por los procesos productivos de la empresa. El estado en el que se encuentran estos elementos, no indica que estén siendo alterados respecto a abundancia y distribución. Aunque hay una situación particular, en el área de recepción de materia prima ha surgido un brote intermitente de plaga de moscas (*M. doméstica*) la cual puede afectar levemente a la flora que se encuentra en los alrededores. Esta plaga actualmente está siendo controlada por la empresa ALPHA, control de plagas.

6.1 Flora

El terreno sobre el cual se desarrolla el proyecto se encuentra fuera de áreas protegidas, por lo que no se considera ningún impacto significativo. La principal flora característica que se encuentra alrededor de las instalaciones de Agrogenadora S.A. se encuentra enlistada en el cuadro 2.

Cuadro 4. Listado de vegetación en el área de Agrogeneradora, S.A.

No.	Nombre común	Nombre científico
1	Capulín	<i>Muntingia calabura</i>
2	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>
3	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>
4	Chichicaste	<i>Chichicaste grandis</i>
5	Ciprés	<i>Cupressus lusitanica</i>
6	Conacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>
7	Cuje	<i>Inga sp.</i>
8	Cushin	<i>Inga edulis</i>
9	Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>
10	Hormigo	<i>Platymiscium dimorphandrum</i>
11	Jacaranda	<i>Jacaranda mimosifolia</i>
12	Laurel	<i>Laurus nobilis</i>
13	Limón-mandarina	<i>Citrus x limonia</i>
14	Mango	<i>Mangifera indica</i>
15	Naranja	<i>Citrus x sinensis</i>
16	Pino	<i>Pinus maximinoi</i>
17	Pumpo	<i>Pachira aquatica</i>
18	Quebracho	<i>Schinopsis balansae</i>

6.2 Fauna

La principal fauna característica que se encuentra alrededor de las instalaciones de Agrogeneradora S.A. se encuentra enlistada en el cuadro 3.

Cuadro 5. Listado de especies de animales en el área de Agrogeneradora, S.A.

No.	Nombre común	Nombre científico
1	Arañas	<i>Araneae</i>
2	Ardillas	<i>Sciurus vulgaris</i>
3	Armadillo	<i>Dasypus novemcinctus</i>
4	Chapulines	<i>Schistocerca gregaria</i>
5	Chepia	<i>Pitangus sulphuratus</i>
6	Chorchas	<i>Icterus cucullatus</i>
7	Golondrinas	<i>Hirundo rustica</i>
8	Grillos	<i>Grylloidea</i>
9	Iguanas	<i>Iguanidae</i>
10	Lagartijas	<i>Lacertilia</i>
11	Moscas	<i>M. doméstica</i>
12	Ratones	<i>Rattus norvegicus</i>
13	Sapos	<i>Bufo</i>
14	Serpientes ratoneras	<i>Elaphe bairdi</i>
15	Sinsontes	<i>Mimus gilvus</i>
16	Sopes	<i>Coragyps atratus</i>
17	Tacuazín	<i>Didelphis marsupialis</i>
18	Zanates	<i>Quiscalus</i>

7. ELEMENTOS SOCIOECONÓMICOS Y CULTURALES

El medio cultural de las comunidades y/o aldeas del área de influencia del proyecto no se ve impactado negativamente debido a que el área es eminentemente rural y las actividades que se realizan dentro del proyecto no interfieren ni guardan relación con las actividades culturales de las aldeas y comunidades circunvecinas. Por otro lado, el medio socioeconómico si ha recibido un impacto positivo debido a que los empleados reclutados para la fase de construcción y posterior para la fase de operación pertenecen a las comunidades y/o aldeas aledañas, por lo que la economía de estas recibiría un influjo constante capital, fruto de los sueldos que los trabajadores reciben y utilizan para el sostenimiento de sus familias.

El impacto social del proyecto será percibido a través de la red de distribución de energía de Guatemala, ya que será beneficiada por medio de un proveedor más a través del contrato que se firmó con la administración del mercado de energía eléctrica.

8. ELEMENTOS ESTÉTICOS

El paisaje general del área del proyecto y terrenos aledaños se encuentra constituido generalmente por pastizales para ganado, cultivos de diferentes siembras y casas disgregadas. Desde la entrada para acceder al proyecto se pueden observar cuatro volcanes: Volcán Pacaya, Volcán de Agua, Volcán de Fuego y Volcán Acatenango; además de ello, se puede observar el parque eólico que se encuentra ubicado en el mismo sector que el proyecto.

Dadas las anteriores descripciones y por la naturaleza y ubicación del proyecto, los atributos paisajísticos, es decir, los paisajes y la valoración que le dan las personas del área de influencia según sus costumbres, tradiciones y usos, realmente no se ven afectados por el proyecto, ya que la distancia en la que se encuentra la empresa no interfiere con los mismos.

9. AMENAZAS NATURALES

Las amenazas son las diferentes contingencias a las que un proyecto se encuentra expuesto, tienen dos orígenes: naturales y antropogénicos. Están estrictamente relacionados con la ubicación geográfica de un proyecto y la distancia o proximidad a los focos de amenaza son lo que define la vulnerabilidad. La vulnerabilidad se caracteriza por la intensidad de la incidencia de una amenaza sobre el proyecto. La amenaza y vulnerabilidad en conjunto otorgan el riesgo de ocurrencia de una contingencia. Para realizar un análisis del riesgo debe de establecerse primero las amenazas, vulnerabilidades y capacidades a las que está sometido un proyecto y con base a ello, definir los planes de contingencia requeridos en función de estos. A continuación se describen las amenazas a la que puede ser susceptible el proyecto.

El territorio nacional está repartido en tres placas tectónicas: Norteamérica, Caribe y Cocos. Los movimientos relativos entre éstas determinan los principales rasgos topográficos del país y la distribución de los terremotos y volcanes (INSIVUMEH, 2016). Según el INSIVUMEH (2020) actualmente, la ocurrencia de sismos (temblores o terremotos), no se puede predecir por métodos científicos.

Por la ubicación del proyecto no se encuentra ninguna fuente sísmica cercana al área de la planta generadora. Guatemala es un país altamente sísmico, a lo largo del tiempo han ocurrido importantes eventos históricos que han dejado grandes pérdidas económicas y humanas, como por ejemplo los terremotos de los años 1942, 1976, 1985, 1998 y sismos de los años 2012, 2013 y 2014.

El período de recurrencia sísmica es constante en el país y esto se debe a las placas tectónicas existentes y a la diversidad de volcanes que se encuentran en el territorio nacional. La probabilidad de movimientos gravitacionales en masa en el área del proyecto es baja. Sin embargo sí existe la amenaza geológica de sismos y terremotos.

Además el proyecto puede ser susceptible a erupciones volcánicas pertenecientes al volcán Pacaya, que aunque no se encuentra próximo al proyecto, la intensidad de la erupción y la dirección del viento pueden provocar que la ceniza volcánica llegue a las

instalaciones de la planta.

Otras amenazas a las cuales la planta generadora puede ser susceptible es a amenazas hidrometeorológicas (tormentas tropicales, huracanes, sequías, desertificación); amenazas químicas (explosiones, incendios); amenazas sanitarias (contaminación, epidemias, pandemias, plagas); amenazas antropogénicas (accidentes laborales).

10. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

10.1 Fuentes generadoras de impactos ambientales y/o sociales

Cuadro 6. Fuentes generadoras de impactos ambientales y/o sociales.

	FUENTES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES Y/O SOCIALES
Fase de construcción	Preparación del sitio
	Transporte de material
	Maquinaria y equipo
	Contratación de personal
	Abastecimiento de agua
	Energía eléctrica
Fase de operación	Recepción y almacenamiento de materia orgánica como fuente de materia prima
	Generación de energía eléctrica a partir de biogas
	Contratación de personal
	Abastecimiento de agua
Fase de abandono	Clausura

10.2 Parámetros ambientales y/o sociales

10.2.1 Identificación de impactos

A continuación para la identificación de impactos se emplea un listado de probabilidades de ocurrencia. Este listado se basa en los aspectos ambientales que por la actividad que se pueden dar en el proyecto Planta de Generación de Biomasa, Santa Ana, pueden verse afectados.

Cuadro 7. Identificación de ocurrencia de impactos ambientales.

Lista de identificación de ocurrencia de impactos							
Posible impacto		Construcción		Operación		Abandono	
		Sí	No	Sí	No	Sí	No
Aspecto ambiental: aire							
1.	Generación de partículas en suspensión						
2.	Generación de olores						
3.	Generación de ruido y/o vibraciones						
4.	Generación de gases						
5.	Disminución de GEI en matriz energética						
Aspecto ambiental: agua							
6.	Uso fuente hídrica subterránea						
7.	Uso fuente hídrica superficial						
8.	Descarga a cuerpos de agua						
9.	Generación de aguas residuales domésticas						
10.	Generación de aguas residuales especiales						
11.	Generación de escorrentía superficial						

Aspecto ambiental: fauna							
12	Intervención de especies locales						
13	Intervención de especies de la región						
14	Intervención de especies indicadoras						
15	Intervención de especies en peligro de extinción						
Aspecto ambiental: flora							
16	Intervención en áreas protegidas						
17	Intervención de especies locales						
18	Intervención de especies de la región						
19	Intervención de especies en peligro de extinción						
20	Intervención de especies indicadoras						
21	Modificación del paisaje						
22	Alteración de la cobertura vegetal						
Aspecto ambiental: suelo							
23	Cambio de uso del suelo						
24	Desgaste suelo superficial/ erosión (viento)						
25	Contaminación del suelo						
26	Remoción del suelo						
27	Generación de desechos sólidos comunes						
28	Manejo de sustancias químicas y peligrosas						

Cuadro 8. Matriz de identificación y valorización de impactos ambientales y/o sociales.

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN Y VALORIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y/O SOCIALES		
ABIÓTICO	Suelo	Desgaste suelo superficial/ erosión (viento)
		Contaminación del suelo por desechos sólidos comunes
		Remoción del suelo
	Aire	Aumento de polvo y gases
		Generación de partículas en suspensión
		Generación de olores
		Generación de ruido y vibraciones
		Disminución de GEI en matriz energética
	Agua	Uso de fuente hídrica subterránea
		Descarga a cuerpos de agua
		Generación de aguas residuales domésticas
		Generación de aguas residuales especiales
		Generación de escorrentía superficial
		Afectación de las dinámicas de aguas subterráneas y superficiales
BIÓTICO	Flora y fauna	Modificación de paisaje
		Intervención de especies locales
		Alteración de la cobertura vegetal
SOCIO-CULTURAL	Salud	Incremento en el nivel de ruidos
		Accidentes laborales
		Nivel de salud y salubridad
	Social	Generación de empleo formal e informal

10.3 Metodología de caracterización y valoración de impactos ambientales y/o sociales

Como primer punto se han identificado todas aquellas actividades que generan impactos en todas las fases del proyecto, así mismo, se han identificado los componentes ambientales involucrados en el proceso. Seguidamente, se procedió a su valoración, a través de una matriz causa-efecto de Leopold modificada.

Se inició con la identificación de las acciones y factores ambientales involucrados, ubicando en la casilla correspondiente dos números separados por una diagonal. Uno indica la “magnitud” de la alteración del factor ambiental correspondiente y el otro la “importancia del mismo”. La magnitud: que es un valor que varía entre 1 y 10 en el que 10 corresponde a la alteración máxima provocada en el factor ambiental considerado y, 1 la mínima. Este valor estará precedido por el signo positivo (+) si es un efecto benéfico, o el signo (-), si es negativo.

La importancia del impacto que da el peso relativo del factor ambiental considerado tiene el proyecto la posibilidad que se presenten alteraciones. La importancia se considera también en una escala entre 1 y 10, indicando el 1 la importancia menor y 10 la mayor.

La matriz una vez completada puede ser manejada para generar información estadística, obteniendo indicadores que sirven para establecer cuantificaciones, promedios, entre otros, y a través de ellos concluir si el proyecto produce un impacto positivo o negativo.

- Criterios usados en la valoración de los Impactos Ambientales
- Valoración de la magnitud del impacto

Intensidad alta	10
Intensidad media	5
Intensidad baja	1

- Valoración de la importancia del impacto

Impactos negativos	-
Impactos positivos	+
Alteración alta	10
Alteración media	5
Alteración baja	1

10.4 Valorización de impactos ambientales

Cuadro 9. Matriz de identificación y valorización de impactos ambientales durante la etapa de construcción.

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN Y VALORIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DURANTE LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN													
ACTIVIDADES	ABIÓTICO											BIÓTICO	
	SUELO			AIRE			AGUA					FLORA Y FAUNA	
	Desgaste suelo superficial/ erosión (viento)	Contaminación del suelo	Remoción del suelo	Aumento de polvo y gases	Generación de partículas en suspensión	Generación de ruido y vibraciones	Uso de fuente hídrica subterránea	Descarga a cuerpos de agua	Generación de aguas residuales domésticas	Generación de escorrentía superficial	Afectación de las dinámicas de aguas subterráneas y superficiales	Modificación de paisaje	Intervención de especies locales
Preparación del sitio	-3/-1	-4/-2	-5/-3	-4/-2	-4/-2	-3/-1	-2/-1	1/1	1/1	1/1	-2/-1	-2/-1	-1/-1
Transporte de material	-2/-1	-2/-1	1/1	-3/-2	-2/-1	-2/-1	1/1	1/1	1/1	1/1	-1/-1	1/1	1/1
Maquinaria y equipo	1/1	-2/-1	-4/-2	-4/-2	-3/-2	-4/-1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1
Contratación de personal	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	-1/-1	-2/-1	-2/-2	-1/-1	1/1	1/1	1/1
Abastecimiento de agua	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	-2/-1	-3/-2	-3/-2	-1/-1	-4/-3	3/2	2/2
Energía eléctrica	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	-2/-1	-2/-1

Cuadro 10. Matriz de identificación y valorización de impactos ambientales durante la etapa de operación.

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN Y VALORIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DURANTE LA ETAPA DE OPERACIÓN																
ACTIVIDADES	ABIÓTICO														BIÓTICO	
	SUELO			AIRE					AGUA						FLORA Y FAUNA	
	Desgaste suelo superficial/ erosión (viento)	Contaminación del suelo	Remoción del suelo	Aumento de polvo y gases	Generación de partículas en suspensión	Generación de olores	Generación de ruido y vibraciones	Disminución de GEI en matriz energética	Uso de fuente hídrica subterránea	Descarga a cuerpos de agua	Generación de aguas residuales domésticas	Generación de aguas residuales especiales	Generación de escorrentía superficial	Afectación de las dinámicas de aguas subterráneas y superficiales	Modificación de paisaje	Intervención de especies locales
Recepción y almacenamiento de materia orgánica como fuente de materia prima	-1/-1	-1/-1	1/1	-3/-2	-4/-2	-6/-5	1/1	2/1	-5/-4	-1-1	1/1	-2/-1	1/1	-3/-2	-2/-1	-1/-1
Contratación de personal	-1/-1	-2/-1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	-1/-1	-1/-1	-1/-1	1/1	1/1	-1/-1	1/1	1/1
Generación de energía eléctrica a través de biogases	1/1	-1/-1	1/1	-2/-1	-1/-1	-3/-2	1/1	5/5	1/1	1/1	1/1	-5/-5	1/1	-2/-1	-2/-1	-1/-1
Abastecimiento de agua	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	-3/2	1/1	-1/-1	-2/-1	1/1	-3/-2	1/1	1/1

Cuadro 11. Matriz de identificación y valorización de impactos ambientales durante la etapa de abandono.

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN Y VALORIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DURANTE LA ETAPA DE ABANDONO																
ACTIVIDADES	ABIÓTICO														BIÓTICO	
	SUELO			AIRE					AGUA						FLORA Y FAUNA	
	Desgaste suelo superficial/ erosión (viento)	Contaminación del suelo	Remoción del suelo	Aumento de polvo y gases	Generación de partículas en suspensión	Generación de olores	Generación de ruido y vibraciones	Uso de fuente hídrica subterránea	Descarga a cuerpos de agua	Generación de aguas residuales domésticas	Generación de aguas residuales especiales	Generación de escorrentía superficial	Afectación de las dinámicas de aguas subterráneas y superficiales	Modificación de paisaje	Intervención de especies locales	Alteración de la cobertura vegetal
Clausura	1/1	1/1	1/1	1/1	-1/-1	1/1	-1/-1	-1/-1	1/1	1/1	1/1	1/1	-2/-1	-1/-1	1/1	1/1

10.5 Valorización de impactos sociales

Cuadro 12. Matriz de identificación y valorización de impactos sociales durante la etapa de construcción.

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN Y VALORIZACIÓN DE IMPACTOS SOCIALES DURANTE LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN				
ACTIVIDADES	SOCIOCULTURAL			
	SALUD			SOCIAL
	Incremento en el nivel de ruidos	Accidentes laborales	Nivel de salud y salubridad	Generación de empleo formal e informal
Preparación del sitio	-2/-1	-5/-5	-5/-5	7/7
Transporte de material	-1/-1	-5/-5	1/1	1/1
Maquinaria y equipo	-3/-1	-4/-3	1/1	1/1
Contratación de personal	1/1	-3/-2	3/2	6/5
Abastecimiento de agua	1/1	1/1	4/3	3/2
Energía eléctrica	-1/-1	-5/-4	1/1	3/2

Cuadro 13. Matriz de identificación y valorización de impactos sociales durante la etapa de operación.

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN Y VALORIZACIÓN DE IMPACTOS SOCIALES DURANTE LA ETAPA DE OPERACIÓN				
ACTIVIDADES	SOCIOCULTURAL			
	SALUD			SOCIAL
	Incremento en el nivel de ruidos	Accidentes laborales	Nivel de salud y salubridad	Generación de empleo formal e informal
Recepción y almacenamiento de materia orgánica como fuente de materia prima	-2/-1	-3/-3	-4/-2	4/3
Contratación de personal	1/1	-1/-1	3/2	5/5
Generación de energía a través de biogas	-3/-1	-4/-4	3/2	5/5
Abastecimiento de agua	1/1	1/1	4/3	1/1

Cuadro 14. Matriz de identificación y valorización de impactos sociales durante la etapa de abandono.

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN Y VALORIZACIÓN DE IMPACTOS SOCIALES DURANTE LA ETAPA DE ABANDONO				
ACTIVIDADES	SOCIOCULTURAL			
	SALUD			SOCIAL
	Incremento en el nivel de ruidos	Accidentes laborales	Nivel de salud y salubridad	Generación de empleo formal e informal
Clausura	1/1	1/1	1/1	1/1

10.6 Resumen de impactos ambientales

De acuerdo a la matriz de Leopold modificada, utilizada para determinar las afectaciones y/o beneficios en el área del proyecto, se concluye que existen impactos positivos y negativos, los cuales serán mitigables.

Cuadro 15. Resumen de impactos ambientales y sociales.

RESUMEN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y SOCIALES	
Etapa de construcción	
Impactos positivos	Impactos negativos
Generación de empleo formal	Remoción del suelo
Generación de empleo informal	Contaminación del suelo
Aumento de plusvalía del sector	Aumento de polvo y gases
-	Generación de ruido y vibraciones
-	Modificación del paisaje
Etapa de operación	
Impactos positivos	Impactos negativos
Generación de empleo formal	Accidentes laborales
Generación de energía eléctrica sostenible	Afectación de la dinámica de aguas subterráneas y superficiales
Generación de expectativas	Contaminación del suelo
Disminución de GEI en matriz energética	Generación de olores
Mejoramiento del nivel de vida	Generación de aguas residuales domésticas y especiales
-	Generación de residuos y desechos sólidos comunes

Etapa de abandono	
Impactos positivos	Impactos negativos
Potencial regeneración natural del área	Reducción en la generación de empleo
-	Reducción de expectativas
-	Reducción de la calidad de vida

Se identificaron como impactos negativos de mayor importancia: la generación de olores; contaminación del suelo; generación de partículas en suspensión y la afectación de las dinámicas de aguas subterráneas y superficiales causadas por la generación de aguas residuales domésticas y especiales principalmente durante la etapa de operación del proyecto y que tienen el potencial de ser acumulativos tanto en el suelo como en el agua de no ser implementadas las medidas de mitigación que se incluyen dentro de este instrumento.

Otros impactos ambientales significativos encontrados son la remoción del suelo, generación de ruido y vibraciones sin embargo, estos impactos no son acumulativos y están focalizados únicamente durante la etapa de construcción cuando se realizan las actividades de preparación del sitio, transporte de materiales y la utilización de maquinaria y equipo.

Se identificaron impactos positivos significativos los que están relacionados con una mejoría sustancial en el servicio de energía eléctrica como uno de los servicios básicos utilizada por la población influenciada del proyecto; otro impacto positivo es el incremento de la generación de empleo que trae como consecuencia una mejora en los ingresos. La mejora de la calidad de vida será un impacto positivo para los usuarios de energía eléctrica, quienes tendrán mejores oportunidades y servicios. Los impactos positivos esperados se consideran de alto valor y justifican las inversiones y riesgos a correr dentro de este proyecto, con la salvedad que deberán implementarse todas las medidas de mitigación incluidas a fin de mantener un balance positivo y potencializar al máximo los beneficios a generar por el proyecto “Planta de Generación de Biomasa, Santa Ana”, teniendo bajo control los impactos negativos que se producen.

11. MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Cuadro 16. Medidas de mitigación para la fase de construcción.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN AMBIENTALES Y/O SOCIALES DURANTE LA FASE DE CONSTRUCCIÓN					
VARIABLES	FUENTE GENERADORA DE IMPACTOS	IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	RESPONSABLE DE IMPLEMENTACIÓN	COSTO ANUAL
SUELO	Uso de maquinaria y equipo	Desgaste suelo superficial/ erosión (viento)	Implementación de barreras para prevenir escorrentía y erosión	Promotor del proyecto	Q2,000.00
	Uso de maquinaria y equipo; generación de desechos sólidos comunes	Contaminación del suelo	Desarrollo de áreas verdes; implementación de depósitos para el almacenamiento y clasificación de residuos y desechos sólidos comunes	Promotor del proyecto	Q1,000.00
	Nivelación del terreno y construcción de tanques de almacenamiento	Remoción del suelo	Disposición y compactación de material removido en sitios seguros	Promotor del proyecto	Q10,000.00
AIRE	Transporte de materiales	Aumento de polvo y gases	Utilización de lona de protección en caminos de transporte de materiales y riego de las vías de acceso	Promotor del proyecto, prestadores del servicio	Q3,000.00
	Transporte de materiales y actividades de construcción	Generación de ruido y vibraciones	Establecimiento y cumplimiento de horarios diurnos de transporte pesado	Promotor del proyecto, prestadores del servicio	Q2,000.00
AGUA	Actividades de construcción e instalación, utilización de agua para consumo humano	Uso de fuente hídrica subterránea	Implementación de un sistema de conducción e infiltración de aguas pluviales para recarga hídrica artificial	Promotor del proyecto	Q10,000.00
	Generación de aguas residuales	Descarga a cuerpos de agua	Implementar un sistema de tratamiento de aguas residuales	Promotor del proyecto	Q50,000.00
	Utilización de agua para consumo humano y servicios sanitarios	Generación de aguas residuales domésticas	Construcción de una fosa séptica conectada al tanque de recepción de materia orgánica	Promotor del proyecto	Q15,000.00
	Extracción periódica de agua de pozo para diversas actividades	Afectación de las dinámicas de aguas subterráneas y superficiales	Implementación de un sistema de conducción e infiltración de aguas pluviales para recarga hídrica artificial	Promotor del proyecto	Q10,000.00

FLORA Y FAUNA	Desarrollo de infraestructura del proyecto	Modificación de paisaje	Establecer un reglamento de construcción comprometido con el cuidado del ambiente	Promotor del proyecto y contratistas	Q2,000.00
	Nivelación y preparación del sitio	Intervención de especies locales	Desarrollo de áreas verdes	Promotor del proyecto	Q1,000.00
	Preparación del sitio	Alteración de la cobertura vegetal	Desarrollo de áreas verdes	Promotor del proyecto	Q1,000.00
SALUD	Transporte de materiales	Incremento en el nivel de ruidos	Establecimiento y cumplimiento de horarios diurnos de transporte pesado	Promotor del proyecto y prestadores de servicios	Q2,000.00
	Actividades de construcción e instalación	Accidentes laborales	Señalización y utilización de equipos de seguridad industrial	Contratistas constructores y prestadores de servicios	Q3,000.00
SOCIAL	Transporte de materiales	Generación de tráfico pesado	Establecimiento y cumplimiento de horarios diurnos de transporte pesado	Promotor del proyecto y prestadores de servicios	Q2,000.00
TOTAL					Q114,000.00

Cuadro 17. Medidas de mitigación para la fase de operación.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN AMBIENTALES Y/O SOCIALES DURANTE LA FASE DE OPERACIÓN					
VARIABLES	FUENTE GENERADORA DE IMPACTOS	IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	RESPONSABLE DE IMPLEMENTACIÓN	COSTO ANUAL
SUELO	Transporte de materia prima	Desgaste suelo superficial/ erosión (viento)	Imponer límites máximos de velocidad; mantenimiento de barreras para prevenir escorrentía y erosión	Promotor del proyecto	Q2,000.00
	Uso de maquinaria y equipo; generación de desechos sólidos comunes	Contaminación del suelo	Mantenimiento de áreas verdes; implementación de depósitos para el almacenamiento y clasificación de residuos y desechos sólidos comunes	Promotor del proyecto, operadores	Q1,000.00
AIRE	Transporte de materia orgánica, actividades de operación de la planta	Aumento de polvo y gases	Regar caminos y áreas de trabajo; realizar un adecuado mantenimiento de vehículos y equipos	Promotor del proyecto, prestadores del servicio	Q4,000.00

AIRE	Almacenamiento y descomposición de materia orgánica	Generación de olores	Utilización de respiradores full face en los tanques de recepción como medida de prevención para enfermedades respiratorias a largo plazo; realizar estudios periódicos de la calidad del aire y basado en ello, gestionar el establecimiento de un sistema de tratamiento por biofiltración	Promotor del proyecto, operadores, prestadores de servicios	Q25,000.00
	Actividades de producción de energía eléctrica a partir de biomasa	Generación de ruido y vibraciones	Utilización de Equipo de Protección Personal especialmente relacionados con el sentido del oído	Promotor del proyecto, operadores, prestadores del servicio	Q6,000.00
AGUA	Actividades de operación, utilización de agua para consumo humano	Uso de fuente hídrica subterránea	Reducir en un 40% la cantidad de agua utilizada para lavado de camiones implementando un sistema ahorativo de agua; mantenimiento de un sistema de conducción e infiltración de aguas pluviales para recarga hídrica artificial	Promotor del proyecto, operadores	Q20,000.00
	Generación de aguas residuales	Descarga a cuerpos de agua	Mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas residuales	Promotor del proyecto	Q16,000.00
	Utilización de agua para consumo humano y servicios sanitarios	Generación de aguas residuales domésticas	Mantenimiento de fosa séptica conectada al tanque de recepción de materia orgánica	Operadores, promotor del proyecto	Q7,000.00
	Transformación de materia orgánica a biogas	Generación de aguas residuales especiales	Reutilización de aguas residuales para riego de King grass (<i>Pennisetum purpureum</i> x <i>Pennisetum typhoides</i>)	Promotor del proyecto, operadores	Q4,000.00
	Rebalse intermitente de laguna de efluentes y tanque de recepción	Generación de escorrentía superficial	Establecer un límite máximo de capacidad y cuando este llegue a la capacidad límite restringir la descarga de aguas residuales a laguna de efluentes, y descarga de materia orgánica líquida al tanque de recepción con el fin de evitar escorrentía	Promotor del proyecto, operadores	Q2,000.00
	Extracción periódica de agua de pozo para diversas actividades	Afectación de las dinámicas de aguas subterráneas y superficiales	Reutilización de aguas residuales para riego de King grass (<i>Pennisetum purpureum</i> x <i>Pennisetum typhoides</i>)	Promotor del proyecto, operadores	Q4,000.00

FLORA Y FAUNA	Uso de infraestructura y servicios básicos	Modificación de paisaje	Permitir la revegetación natural del área del proyecto	Promotor del proyecto	Q1,000.00
	Acumulación excesiva de calcio que se extrae del tanque de recepción	Alteración de la cobertura vegetal	Coordinar extracción periódica de este elemento hacia una disposición final segura	Promotor del proyecto	Q8,000.00
SALUD	Actividades de producción de energía eléctrica a partir de biomasa	Incremento en el nivel de ruidos	Utilización de EPP (Equipo de Protección Personal)	Operadores, promotor del proyecto	Q5,000.00
	Actividades de producción de energía eléctrica a partir de biomasa	Accidentes laborales	Señalización y utilización de equipos de seguridad industrial	Contratistas, prestadores de servicios	Q2,000.00
	Brote de plaga de mosca doméstica (<i>M. doméstica</i>)	Nivel de salud y salubridad	Contratación de empresa para el control de plagas	Prestadores de servicios, promotor del proyecto	Q13,000.00
TOTAL					Q120,000.00

Cuadro 18. Medidas de mitigación para la fase de abandono.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN AMBIENTALES Y/O SOCIALES DURANTE LA FASE DE ABANDONO					
VARIABLES	FUENTE GENERADORA DE IMPACTOS	IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	RESPONSABLE DE IMPLEMENTACIÓN	COSTO ANUAL (Q)
AIRE	Transporte de materiales	Aumento de polvo y gases	Utilización de lona de protección en caminos de transporte de materiales y riego de las vías de acceso	Promotor del proyecto, prestadores del servicio	Q 5,000.00
AGUA	Lixiviados generados por acumulación de materia orgánica y materiales en degradación	Afectación de las dinámicas de aguas subterráneas y superficiales	Demolición, recolección y transporte de los materiales en degradación a sitios seguros	Promotor del proyecto, prestadores del servicio	Q 8,000.00
FLORA Y FAUNA	Abandono de la infraestructura y servicios básicos	Modificación de paisaje	Implementación de un programa de recuperación del paisaje natural del área	Promotor del proyecto	Q 6,000.00
SOCIAL	Abandono total del proyecto	Cambios en el empleo local y de los ingresos	Maximizar durante la etapa de operación, el empleo de mano de obra local mediante su entrenamiento y capacitación	Promotor del proyecto	Q 1,000.00
TOTAL					Q 20,000.00

12. PLAN DE CONTINGENCIAS

El plan de contingencia tiene como fin primordial la protección, y conservación de las personas y bienes que se encuentran dentro de la empresa, ante la eventualidad de una emergencia o desastre, mediante el establecimiento de medidas y acciones que permitan el conocimiento de las acciones a tomar antes, durante y después de una emergencia y la reducción de daños.

12.1 Plan de contingencia en caso de amenaza sísmica

12.1.1 Objetivo

Reducir la vulnerabilidad de los trabajadores y usuarios del proyecto Planta Generadora de Biomasa, Santa Ana, ante una amenaza sísmica.

12.1.2 Acciones preventivas

- Se cuenta con rotulación de ruta de evacuación basados en la norma NRD-2 de CONRED.
- Instruir a los trabajadores sobre las medidas de seguridad ante sismos.
- Los gabinetes que se instalarán en el proyecto estarán fijados a la pared.
- El personal deberá conocer cómo y dónde cerrar el paso del agua potable y energía eléctrica.
- Ubicar los extintores más cercanos.
- Conservar un radio y una lámpara de baterías.
- Conocer los teléfonos de emergencia.
- Señalizar las rutas de evacuación.

12.1.3 Acciones en caso de sismo

- Conservar la calma.
- Alejarse de ventanas, aparatos u otros muebles o equipos que puedan quebrarse.
- Si puede salga rápidamente de las instalaciones, pero en orden, sin gritar, ni correr, ni empujar a un área despejada, evitando postes, cableado o drenajes.
- Buscar el punto de reunión más cercano.
- Si en el lugar no hay salida cercana, quédese en su lugar y cúbrase bien la cabeza hasta que pase el sismo.

12.1.4 Acciones después de un sismo

- Si queda atrapado en los escombros no encienda fuego, trate de no moverse y levantar polvo, cúbrase la boca con un pañuelo o su ropa.
- Después de un terremoto habrán réplicas. Si el lugar donde se encontraba fue afectado, salga con calma del lugar, pues aunque las réplicas no son tan fuertes aún pueden ocasionar daños en estructuras debilitadas.
- No intente mover a las personas que estén seriamente lesionadas a menos que estén en peligro inmediato de muerte o nuevas lesiones. En caso de tener que mover a una persona primero estabilice el cuello y espalda, pida ayuda inmediatamente.
- Si la persona lesionada no está respirando realice reanimación cardio-pulmonar.
- Mantenga la temperatura del cuerpo de la persona afectada con mantas o frazadas, pero no demasiado caliente.
- Nunca de líquidos a una persona inconsciente.
- Si no hay luz, use linternas de baterías. No encienda fósforos o velas después de un terremoto porque pueden haber fugas de gas.
- Se deberá inspeccionar si existen daños estructurales. En caso de duda se deberá consultar a un experto antes de regresar al inmueble.
- Limpie productos derramados que puedan provocar un incendio.
- Si se sospecha de daños en el sistema eléctrico corte el suministro desde la caja principal.

- Si sospecha de daños a la tubería de agua potable cierre el paso desde la toma principal.
- Si no pudo evacuar durante el sismo, al terminar el movimiento, salga de forma ordenada cubriéndose la cabeza con algún objeto (portafolio, bolsa, carpeta, caja, entre otro) si se encuentra bajo techo.
- Seguir la ruta de evacuación establecida hacía el punto de reunión.
- Por ningún motivo, debe ingresar de nuevo a las instalaciones hasta realizarse la inspección respectiva.
- Pasado el peligro, el personal designado inspeccionará cada área de las instalaciones para localizar daños estructurales, fugas, conatos de incendios y cortocircuitos. En su recorrido irá cerrando las llaves de paso de agua y gas, así como los interruptores principales de energía eléctrica.
- El personal designado buscará heridos y atrapados para proceder a su rescate y atención en primeros auxilios.
- Si es posible, regresar a las labores cuando se tenga la seguridad que no existe ningún riesgo.

12.2 Plan de contingencia en caso de incendio

12.2.1 Objetivo

Prevenir un incendio en las instalaciones del proyecto “Planta de Generación de Biomasa, Santa Ana”.

12.2.2 Acciones preventivas

- Verificar el estado de las instalaciones.
- Verificar las rutas de salidas en caso de emergencia.
- Instalar un extintor por cada zona o área, en un lugar visible y accesible para fácil uso de cualquier persona.
- Ubicación y verificación de los extintores en las diferentes áreas.
- El personal debe conocer la ubicación del extintor, su manejo y cuáles son las medidas de prevención y acción contra conatos o incendios.
- Se debe monitorear que la carga del extintor esté vigente. Este debe estar indicada en el mismo cilindro. Cada vez que se realice la recarga debe anotarse.
- Manejar de una forma segura los materiales inflamables.
- Evitar el contacto de las instalaciones eléctricas con agua.
- Evitar la conexión múltiple en el mismo tomacorriente o en la misma línea de alimentación de electricidad.
- Evitar sobrecargar los cables con extensiones o equipos de alto consumo.
- Cambiar los cables eléctricos siempre que estén perforados o dañados.
- No fumar dentro de las instalaciones.

12.2.3 Durante un incendio

- Conservar la calma para no generar una tragedia.
- Si se detecta fuego, calor o humo anormales, dar la voz de alarma inmediatamente.
- Cortar los suministros de energía eléctrica.
- Localice el extintor más cercano, teniendo en cuenta el tipo de incendio o fuego.
- Si es un conato de incendio, tratar de apagarlo, de ser posible con un extintor. Si el fuego es de origen eléctrico no intentar apagarlo con agua.
- Si el fuego tiende a extenderse, llamar a los bomberos y seguir sus instrucciones.
- Antes de abrir una puerta, tocarla y verificar que las chapas no estén calientes y así evitar quemaduras. Si está caliente no abrirla, el fuego debe estar detrás de ella.
- Dirigirse a la puerta de salida que esté más alejada al fuego. En caso de que el fuego obstruya las salidas, alejarse lo más lejos posible de las llamas, procurando bloquear totalmente la entrada de humo tapando con trapos húmedos y llamar la atención sobre su presencia para ser auxiliado a la brevedad.
- Si se presenta humo y gases en el área colóquese lo más cercano al piso y deslícese por el piso, de ser posible taparse la nariz y boca con un trapo húmedo.
- Si el fuego se extendiera a su ropa, ruede en el piso y de ser posible cúbrase con una manta para apagar el fuego.
- No pierda el tiempo buscando objetos personales y diríjase al punto de reunión.
- Al llegar los bomberos informarles si se encuentran personas atrapadas. Una vez fuera de las instalaciones, alejarse lo más que se pueda para no obstruir el trabajo de las brigadas de auxilio.

Los números en caso de emergencia son:

BOMBEROS VOLUNTARIOS	122
BOMBEROS MUNICIPALES	123
AMBULANCIAS IGSS	119
CRUZ ROJA	125

12.2.4 Después de un conato o incendio.

- Haga un inventario de los equipos afectados.
- De ser necesario reubique sus instalaciones.
- Evite regresar al área donde se produjo el incendio para evitar accidentes.

En todos los casos:

- Mantenga un inventario de todos los elementos físicos en su instalación, servidores entre otros.
- Cree copias de seguridad de sus datos más importantes y mantenga sus copias de seguridad de su software en un lugar externo a su ubicación actual.
- Si tiene copias físicas de su sistema asegúrese de guardarlas en un lugar adecuado, en donde no sea afectada por la luz, el agua o el calor.
- De ser posible haga copias diarias de sus sistemas de bases de datos y archivos vitales para el funcionamiento de la empresa.

12.3 Plan de contingencia para COVID-19

El coronavirus es un grupo de virus que causan enfermedades que van desde el resfriado común hasta enfermedades más graves como neumonía, síndrome respiratorio de Oriente Medio (MERS) y síndrome respiratorio agudo grave (SARS). Cabe destacar que la cepa de coronavirus (2019-nCoV) que ha causado el brote en China es nueva y no se conocía previamente. La COVID-19 es la enfermedad infecciosa causada por el coronavirus que se ha descubierto más recientemente. Ambos eran desconocidos antes

de que estallara el brote en Wuhan (China) en diciembre de 2019.

El presente plan de contingencia está orientado a la prevención, contención, alerta y reacción ante riesgos asociados a la propagación del virus COVID-19; constituye un instrumento de consulta y orientación que establece la adopción de diversas medidas y normas de higiene y seguridad, alineadas con la Organización Mundial de la Salud (OMS), y el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS).

12.3.1 Objetivo

Prevenir contagios de COVID-19 en las instalaciones del proyecto Planta de Generación de Biomasa, Santa Ana.

12.3.2 Medidas personales básicas de higiene

- a. Higienizarse las manos antes y después de tocarse la cara y nariz; preparar comida, comer, tocar basura y hacer uso del sanitario. Se puede utilizar gel antibacterial o agua y jabón.
- b. Taparse la boca y la nariz con un pañuelo desechable al momento de estornudar o toser y tirar inmediatamente el pañuelo en un basurero. Si no se cuenta con pañuelos desechables, estornudar o toser cubriéndose con el ángulo interno del brazo y posteriormente higienizarse las manos.
- c. Mantener una distancia prudencial de al menos un metro y medio con las personas. Al momento de saludar, evitar dar la mano o beso.
- d. Se recomienda que cada persona cargue su propio gel antibacterial, pañuelos desechables, mascarillas, bolsa de plástico para almacenar sus desechos (mascarillas, pañuelos, entre otros).

12.3.3 Acciones preventivas ante el COVID-19

a. Diseñar infografías para conocer sobre el COVID-19: síntomas, propagación y medidas preventivas, las cuales se distribuirán a los empleados.

b. Diseñar volantes con información de: protocolo de estornudo, lavado de manos, distanciamiento social, limpieza y desinfección de los lugares de trabajo. Estos se colocarán en lugares visibles tales como baños, puertas y entradas. Es importante difundir información de fuentes confiables.

c. Brindar capacitaciones a los empleados, sobre cómo evitar el contagio por el COVID-19 y promover el cambio de hábitos a través de un estilo de vida saludable.

d. Solicitar al personal atender las recomendaciones siguientes:

- Evitar la exposición a lugares concurridos.
- Contar con las dosis completas de vacunación ante el Covid-19.
- Buscar atención médica, en el caso de presentar síntomas de Covid-19. Notificar a la empresa.
- Limpieza en áreas de trabajo y toma de temperatura al momento de entrar a las instalaciones.
- Se prohíbe compartir alimentos y bebidas entre los empleados.

f. En aquellos puestos y zonas de trabajo donde no sea posible mantener la distancia de seguridad, ni establecer una separación física, se asegurará que los trabajadores disponen de equipos de protección, adecuados al nivel de riesgo.

12.3.4 Disposiciones ante posibles contagios de COVID-19

a. El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social MSPAS identifica como caso sospechoso de COVID-19: 1. Persona con infección respiratoria aguda de cualquier nivel de gravedad que incluya al menos los siguientes signos/síntomas: fiebre, tos, dolor de

garganta o dificultad respiratoria.

b. Persona con infección respiratoria aguda moderada o grave que incluya al menos uno de los siguientes síntomas/signos: fiebre, tos o dificultad para respiratoria y que requiere hospitalización sin otra etiología que explique completamente la presentación clínica.

c. Persona con enfermedad respiratoria aguda (de cualquier nivel de gravedad que incluya al menos uno de los siguientes signos/síntomas: fiebre, tos, dificultad respiratoria acompañado o de sintomatología gastrointestinal (diarrea, vómitos) y que presente alguna enfermedad o condición crónica de base.

12.3.5 Acciones a seguir para casos sospechosos de COVID-19

Si un trabajador presenta infección respiratoria aguda o de cualquier nivel de gravedad que incluya al menos los siguientes signos/síntomas: fiebre, tos, dolor de garganta o dificultad respiratoria, síntomas gastrointestinales diarrea y/o vómitos, y con alguno de los siguientes:

a. Si el trabajador está en las instalaciones y presenta síntomas de COVID-19:

- Notificar al jefe inmediato y/o superior.
- Aislar al trabajador mientras el jefe inmediato gestiona enviar al paciente al hospital de referencia más cercano haciendo previamente la notificación al hospital.
- Se deberá desinfectar todas las áreas que tuvo presencia el paciente.

b. Si el trabajador presenta síntomas que cumplan con la definición de caso COVID-19 y se encuentre fuera de las instalaciones:

- El trabajador deberá informar a su jefe inmediato sobre la situación y posteriormente deberá realizarse una prueba de Covid-19.

Si llegase a dar positiva la prueba se actuará de la siguiente manera:

- El trabajador no debe presentarse al lugar de trabajo.
- Se desinfectarán todas las áreas donde la persona tuvo contacto, incluyendo: todas las superficies y objetos que estén contaminados.
- Una vez culminada la cuarentena y la prueba de COVID-19 haya dado negativa, el trabajador podrá reincorporarse a su área de trabajo.

12.4 Seguridad industrial

Las medidas de seguridad industrial de la planta se implementarán en las diferentes operaciones y áreas de trabajo específicas para su funcionamiento. La experiencia ha demostrado que no existe prácticamente peligro alguno que no pueda ser prevenido a través de medidas de seguridad, pero los riesgos a los que se pueda dar implementación ayuda a evitar en algunas ocasiones accidentes y enfermedades. Por lo tanto, estas medidas tienen por objeto, reducir el riesgo en las operaciones y por ende la frecuencia y gravedad de los accidentes en el lugar de trabajo, con el fin de proteger los recursos humanos y el medio ambiente.

12.4.1 Procedimientos de seguridad industrial

- Inducción al puesto de trabajo.
- Capacitación en temas de seguridad.
- Evaluación periódica de los equipos y procedimientos.

12.4.2 Prácticas seguras para las operaciones de la empresa

Las prácticas seguras son reglas generales de seguridad que deben darse en la inducción al trabajador:

- Mantener áreas de trabajo limpias y ordenadas.
- Si se realizan operaciones durante la noche, las áreas de trabajo deben estar bien iluminadas.
- No se permite fumar en las instalaciones de la empresa.
- Las áreas de circulación deben estar libres de obstáculos.
- No se permite ingreso de empleados bajo efectos de alcohol o drogas, entre otros.

12.4.3 Sistema de control de emergencias

- Establecer las pautas que permitan viabilizar las acciones a tomar ante la eventual ocurrencia de emergencias tales como: derrames, incendios, desastres ambientales y en caso de asaltos.
- Coordinación de acciones que se deben realizar en cada emergencia.
- Notificación inmediata al encargado.
- Realizar el procedimiento a cada emergencia como se estableció en el inicio.
- Si es necesario y de modo preventivo, solicitar presencia de bomberos y ambulancia o policía.
- Deberá evacuar a todo el personal ajeno a la emergencia, llevándolo a lugares seguros preestablecidos.

12.4.4 Capacitación de personal operativo

Es importante que el personal tenga una capacitación periódica que cubra todos los aspectos relacionados con protección e higiene en el trabajo, y dado que nada puede garantizar la totalidad de la eliminación de riesgos de accidentes, es necesario capacitar al personal sobre prestación de primeros auxilios y uso y manejo de extinguidores.

a. Primeros auxilios: debe ser impartido por personal entrenado en los mismos. Durante la capacitación deben darse a conocer las causas más frecuentes de accidentes

y los distintos procedimientos para cada uno de los casos, además se sugiere que dentro de los temas a impartir se abarquen los siguientes:

- Conceptos básicos
- Exploración del paciente
- Anatomía básica
- Reanimación cardio pulmonar
- Hemorragias
- Heridas
- Traumatismos
- Vendajes
- Quemaduras
- Electrocución
- Accidentes relacionados con la temperatura
- Asfixia y ahogamientos
- Picaduras y mordeduras de animales
- Intoxicaciones

b. Protección e higiene en el trabajo: La protección e higiene en el trabajo es de vital importancia en cuanto a prevención de accidentes, esta capacitación deberá llenar el siguiente contenido:

- Buenas prácticas de la seguridad industrial.
- Buenas prácticas de la higiene del trabajo.
- Riesgos físicos.
- Rutas de evacuación.
- Equipo de protección personal.
- Protección respiratoria.
- Prevención de choques eléctricos.

c. Uso y manejo de extintores: Es muy importante el adiestramiento del personal con fuego real y de dimensiones adecuadas, de esta manera se aprenden las técnicas de extinción y se desarrolla la necesaria habilidad para obtener el máximo de rendimiento del extinguidor. Se debe incluir el conocimiento de los períodos de recarga o vigencia de la recarga de los extintores. Además, es aconsejable capacitar al personal sobre las diferentes fuentes de ignición en el lugar y qué tipo de extinguidor es apropiado para cada tipo de fuego. Se aconseja que estas prácticas se hagan cuando toca el cambio de extinguidor, ya que a la fecha de vencimiento algunos todavía sirven y pueden utilizarse, estas prácticas deben hacerse en un lugar alejado de las instalaciones, especialmente del gasómetro y tanque de recepción de materia orgánica líquida.

12.1.2 Manejo de materiales inflamables

La inflamabilidad es la medida de la facilidad que presenta un gas, líquido o sólido para encenderse y de la rapidez con que, una vez encendido, se diseminarán sus llamas. Cuanta más rápida sea la ignición, más inflamable será el material. Los líquidos inflamables no lo son por sí mismos, sino que lo son debido a que su vapor es combustible.

Algunos químicos inflamables que pueden utilizarse en el laboratorio son cetona éter etílico y etanol. Las precauciones en el manejo de materiales inflamatorios son:

- Los contenedores líquidos inflamables deben estar etiquetados adecuadamente antes de su uso.
- Los materiales inflamables no deben almacenarse jamás cerca de ácidos.
- Las áreas de almacenamiento deben estar suficientemente frías para evitar la ignición en el caso de que los vapores se mezclaran con el aire.
- Procurar buena ventilación para evitar la acumulación de vapores.
- Se tendrá equipo adecuado contra incendios (extintores) en las proximidades. Estos recibirán mantenimiento una vez al año.
- Estos extintores portátiles deben ser del tipo ABC.

- Las áreas de almacenamiento deben revisarse periódicamente para detectar deficiencias y los materiales inflamables deben almacenarse en cantidades mínimas.
- Se debe colocar un anuncio bien visible de NO FUMAR en los lugares de uso y almacenamiento de materiales inflamables.
- Se debe utilizar guantes cuando se manipulan líquidos o vapores inflamables.
- Se debe estar seguro de que no hay cerca ninguna fuente de ignición cuando se transfiere o se usa un líquido inflamable. No se debe usar directamente llamas de mecheros o placas calefactoras para calentar líquidos inflamables.
- No debe utilizarse agua para limpiar los derrames de un líquido inflamable.
- Los restos de líquidos inflamables no se deben echar al desagüe.

13. PLAN DE MONITOREO

13.1 Objetivos

13.1.1 General

Determinar la eficacia en la implementación de las medidas de mitigación propuestas para la reducción de los impactos negativos generados por el desarrollo del proyecto Planta de Generación de Biomasa, Santa Ana.

13.1.2 Específicos

- Identificar el nivel de cumplimiento en la implementación de las medidas de mitigación que reduzcan los impactos al suelo, agua y aire, generando medidas correctivas que promuevan el cumplimiento de la normativa legal vigente relacionada a estos componentes ambientales.
- Analizar los efectos positivos logrados con la implementación de las medidas de mitigación propuestas en los componentes ambientales flora y fauna, así como el nivel de cumplimiento de la normativa aplicable dentro del proyecto.

Cuadro 19. Plan de monitoreo ambiental para la fase de construcción.

PLAN DE MONITOREO AMBIENTAL, FASE DE CONSTRUCCIÓN						
VARIABLES	IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	INDICADOR DE MONITOREO AMBIENTAL	FRECUENCIA DE MONITOREO	MÉTODOS	RESPONSABLE DE IMPLEMENTACIÓN
SUELO	Desgaste suelo superficial/ erosión (viento)	Implementación de barreras para prevenir escorrentía y erosión	Metros lineales de barreras, área con cobertura de protección para evitar escorrentía	Semestral	Recorridos o caminamientos	Promotor del proyecto
	Contaminación del suelo	Desarrollo de áreas verdes; implementación de depósitos para el almacenamiento y clasificación de residuos y desechos sólidos comunes	Extensión de áreas verdes establecidas, estado de depósitos para el almacenamiento y clasificación de residuos y desechos sólidos comunes	Semestral	Mapeo de áreas	Operadores
	Remoción del suelo	Disposición y compactación de material removido en sitios seguros	Volumenes de materiales dispuestos y su compactación	Mensual	Cálculo de volumen y determinación de densidad	Contratistas, prestadores del servicio
AIRE	Aumento de polvo y gases	Utilización de lona de protección en caminos de transporte de materiales y riego de las vías de acceso	Medición de partículas en suspensión del aire y medición de porcentaje de humedad en vías de acceso	Mensual	Medición de calidad del aire; muestra de suelo en vías de acceso	Contratistas, prestadores del servicio
	Generación de ruido y vibraciones	Establecimiento y cumplimiento de horarios diurnos de transporte pesado	Medición de niveles sonoros	Semestral	Utilización de sonómetro con parámetros de la OMS en distintos horarios	Evaluador ambiental
AGUA	Uso de fuente hídrica subterránea	Implementación de un sistema de conducción e infiltración de aguas pluviales para recarga hídrica artificial	Profundidad de manto freático, calidad del agua subterránea	Semestral	Aforo de pozos y muestreo de agua subterránea	Prestador del servicio y granja Kaxin
	Descarga a cuerpos de agua	Implementar un sistema de tratamiento de aguas residuales	Determinación de calidad de agua para cumplimiento de la normativa vigente 236-2006	Semestral	Caracterización de aguas residuales	Evaluador ambiental, MARN y laboratorio de agua
	Generación de aguas residuales domésticas	Construcción de una fosa séptica conectada al tanque de recepción de materia orgánica	Verificación de la caja de registro previa de la fosa séptica y verificación de la ausencia de natas si en esta caja se encontraran natas esto es una indicación de que la fosa está llena	Trimestral	Inspección periódica para la verificación de impermeabilidad, necesidad de limpieza, espesor de agua y lodos	Promotor del proyecto, operadores
	Afectación de las dinámicas de aguas subterráneas y superficiales	Implementación de un sistema de conducción e infiltración de aguas pluviales para recarga hídrica artificial	Profundidad de manto freático, calidad del agua subterránea	Semestral	Aforo de pozos y muestreo de agua subterránea	Prestador del servicio y granja Kaxin
FLORA Y FAUNA	Modificación de paisaje	Establecer un reglamento de construcción comprometido con el cuidado del ambiente	Verificación de cumplimiento de reglamento, pruebas de funcionamiento	Semestral	Recorridos, revisión de vida útil de materiales y equipo	Promotor del proyecto
	Intervención de especies locales	Desarrollo de áreas verdes	Extensión de áreas verdes establecidas	Semestral	Mapeo de áreas	Promotor del proyecto
	Alteración de la cobertura vegetal	Desarrollo de áreas verdes	Extensión de áreas verdes establecidas	Semestral	Recorridos o caminamientos	Operadores

SALUD	Incremento en el nivel de ruidos	Establecimiento y cumplimiento de horarios diurnos de transporte pesado	Medición de niveles sonoros	Semestral	Utilización de sonómetro con parámetros de la OMS en distintos horarios	Evaluador ambiental
	Accidentes laborales	Señalización y utilización de equipos de seguridad industrial	Verificación, conteo y determinación de necesidades de mantenimiento	Semestral	Recorridos, conteos y pruebas de visibilidad	Promotor del proyecto
SOCIAL	Generación de tráfico pesado	Establecimiento y cumplimiento de horarios diurnos de transporte pesado	Medición de niveles sonoros	Semestral	Utilización de sonómetro con parámetros de la OMS en distintos horarios	Evaluador ambiental

Cuadro 20. Plan de monitoreo ambiental para la fase de operación.

PLAN DE MONITOREO AMBIENTAL, FASE DE OPERACIÓN						
VARIABLES	IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	INDICADOR DE MONITOREO AMBIENTAL	FRECUENCIA DE MONITOREO	MÉTODOS	RESPONSABLE DE IMPLEMENTACIÓN
SUELO	Desgaste suelo superficial/ erosión (viento)	Imponer límites máximos de velocidad; mantenimiento de barreras para prevenir escorrentía y erosión	Control de velocidad por tramo; metros lineales de barreras	Semestral	recorridos o caminamientos	Promotor del proyecto, operadores
	Contaminación del suelo	Mantenimiento de áreas verdes; implementación de depósitos para el almacenamiento y clasificación de residuos y desechos sólidos comunes	Extensión de áreas verdes establecidas; composición de generación de residuos y desechos sólidos dentro del proyecto	Semestral	Caracterización de desechos sólidos	Promotor del proyecto
AIRE	Aumento de polvo y gases	Regar caminos y áreas de trabajo; realizar un adecuado mantenimiento de vehículos y equipos	Buen estado de las vías de acceso y buen funcionamiento de vehículos y equipos	Trimestral	recorridos o caminamientos y pruebas de funcionamiento en vehículos y equipos	Promotor del proyecto, operadores
	Generación de olores	Utilización de respiradores full face en los tanques de recepción como medida preventiva para enfermedades respiratorias a largo plazo; realizar estudios periódicos de la calidad del aire y basado en ello, gestionar el establecimiento de un sistema de tratamiento por biofiltración	Verificación de uso y conteo; medición de la calidad del aire	Semestral	Recorridos y pruebas de visibilidad; instrumentos de medición de la calidad del aire en distintos horarios	Responsable de operación de la planta; evaluador ambiental
	Generación de ruido y vibraciones	Utilización de Equipo de Protección Personal especialmente relacionados con el sentido del oído	Verificación de uso y conteo	Diario	Recorridos y pruebas de visibilidad	Responsable de operación de planta

AGUA	Uso de fuente hídrica subterránea	Reducir en un 40% la cantidad de agua utilizada para lavado de camiones implementando un sistema ahorativo de agua; mantenimiento de un sistema de conducción e infiltración de aguas pluviales para recarga hídrica artificial	Buen funcionamiento de sistema ahorativo de agua y sistema de conducción de aguas pluviales	Trimestral	Pruebas de funcionamiento para ambos sistemas	Promotor del proyecto
	Descarga a cuerpos de agua	Mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas residuales	Determinación de calidad de agua para cumplimiento de la normativa vigente 236-2006	Semestral	Caracterización de aguas residuales	Evaluador ambiental, MARN y laboratorio de agua
	Generación de aguas residuales domésticas	Mantenimiento de fosa séptica conectada al tanque de recepción de materia orgánica	Verificación de la caja de registro previa de la fosa séptica y verificación de la ausencia de natas si en esta caja se encontraran natas esto es una indicación de que la fosa está llena	Trimestral	Inspección periódica para la verificación de impermeabilidad, necesidad de limpieza, espesor de agua y lodos	Promotor del proyecto, operadores
	Generación de aguas residuales especiales	Reutilización de aguas residuales para riego de King grass (<i>Pennisetum purpureum</i> x <i>Pennisetum typhoides</i>)	Determinación de calidad de agua para cumplimiento de la normativa vigente 236-2006	Semestral	Caracterización de aguas residuales	Evaluador ambiental, MARN y laboratorio de agua
	Generación de escorrentía superficial	Establecer un límite máximo de capacidad y cuando este llegue a la capacidad límite, restringir la descarga de aguas residuales a la laguna de efluentes, y descarga de materia orgánica líquida al tanque de recepción con el fin de evitar escorrentía	Medición y determinación de la capacidad máxima de laguna de efluentes y tanque de recepción	Semanal	Cálculo de volúmenes	Responsable de operación de la planta, operadores
	Afectación de las dinámicas de aguas subterráneas y superficiales	Reutilización de aguas residuales para riego de King grass (<i>Pennisetum purpureum</i> x <i>Pennisetum typhoides</i>)	Determinación de calidad de agua para cumplimiento de la normativa vigente 236-2006	Semestral	Caracterización de aguas residuales	Evaluador ambiental, MARN y laboratorio de agua
FLORA Y FAUNA	Modificación de paisaje	Permitir la revegetación natural del área del proyecto	Extensión de áreas de recuperación establecidas	Anual	Mapeo de áreas de recuperación establecidas	Promotor del proyecto
	Alteración de la cobertura vegetal	Coordinar la extracción periódica de calcio hacia una disposición final segura	Medición de acumulaciones de calcio	Anual	Cálculo de volúmenes	Prestador del servicio
SALUD	Incremento en el nivel de ruidos	Utilización de EPP (Equipo de Protección Personal)	Verificación de uso y conteo	Diario	Recorridos y pruebas de visibilidad	Responsable de operación de la planta
	Accidentes laborales	Señalización y utilización de equipos de seguridad industrial	Verificación, conteo y determinación de necesidades de mantenimiento	Semestral	Recorridos, conteos y pruebas de visibilidad	Promotor del proyecto
	Nivel de salud y salubridad	Contratación de empresa para el control de plagas	Verificación y pruebas de cumplimiento de control de plagas	Semanal	Aplicación de Deltapro y Cypermix 10 CE	Empresa ALPHA control de plagas

Cuadro 21. Plan de monitoreo ambiental para la fase de abandono.

PLAN DE MONITOREO AMBIENTAL, FASE DE ABANDONO						
VARIABLES	IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	INDICADOR DE MONITOREO AMBIENTAL	FRECUENCIA DE MONITOREO	MÉTODOS	RESPONSABLE DE IMPLEMENTACIÓN
AIRE	Aumento de polvo y gases	Utilización de lona de protección en caminos de transporte de materiales y riego de las vías de acceso	Medición de partículas en suspensión del aire y medición de porcentaje de humedad en vías de acceso	Semanal	Medición de la calidad del aire; muestra de suelo en vías de acceso	Contratista, prestador del servicio
AGUA	Afectación de las dinámicas de aguas subterráneas y superficiales	Demolición, recolección y transporte de los materiales en degradación a sitios seguros	Profundidad de manto freático, calidad del agua del subterránea	Semestral	Aforo de pozo y muestreo de agua subterránea	Prestador del servicio y granja Kaxin
FLORA Y FAUNA	Modificación de paisaje	Implementación de un programa de recuperación del paisaje natural del área	Extensión de áreas de recuperación establecidas	Anual	Mapeo de áreas de recuperación establecidas	Promotor del proyecto

14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROGENERADORA, S.A. 2020. Funcionamiento de la planta Agrogeneradora (correo electrónico). Castellanos, J. Guatemala, Guatemala. p. 23.

García Ramos, GA. 2004. Análisis de la problemática del uso del suelo actual en Villa Canales y propuesta de criterios de desarrollo urbano rural, caso específico aldea Colmenas (en línea). Tesis grado licenciatura. Guatemala, USAC. p. 26-31. Consultado 03 mar. 2022. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02_1259.pdf

INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología de Guatemala). 2016. Placas tectónicas de Guatemala (en línea, sitio web). Consultado 16 mar. 2022. Disponible en http://www.insivumeh.gob.gt/folletos/folleto_sismo-1.pdf 2016

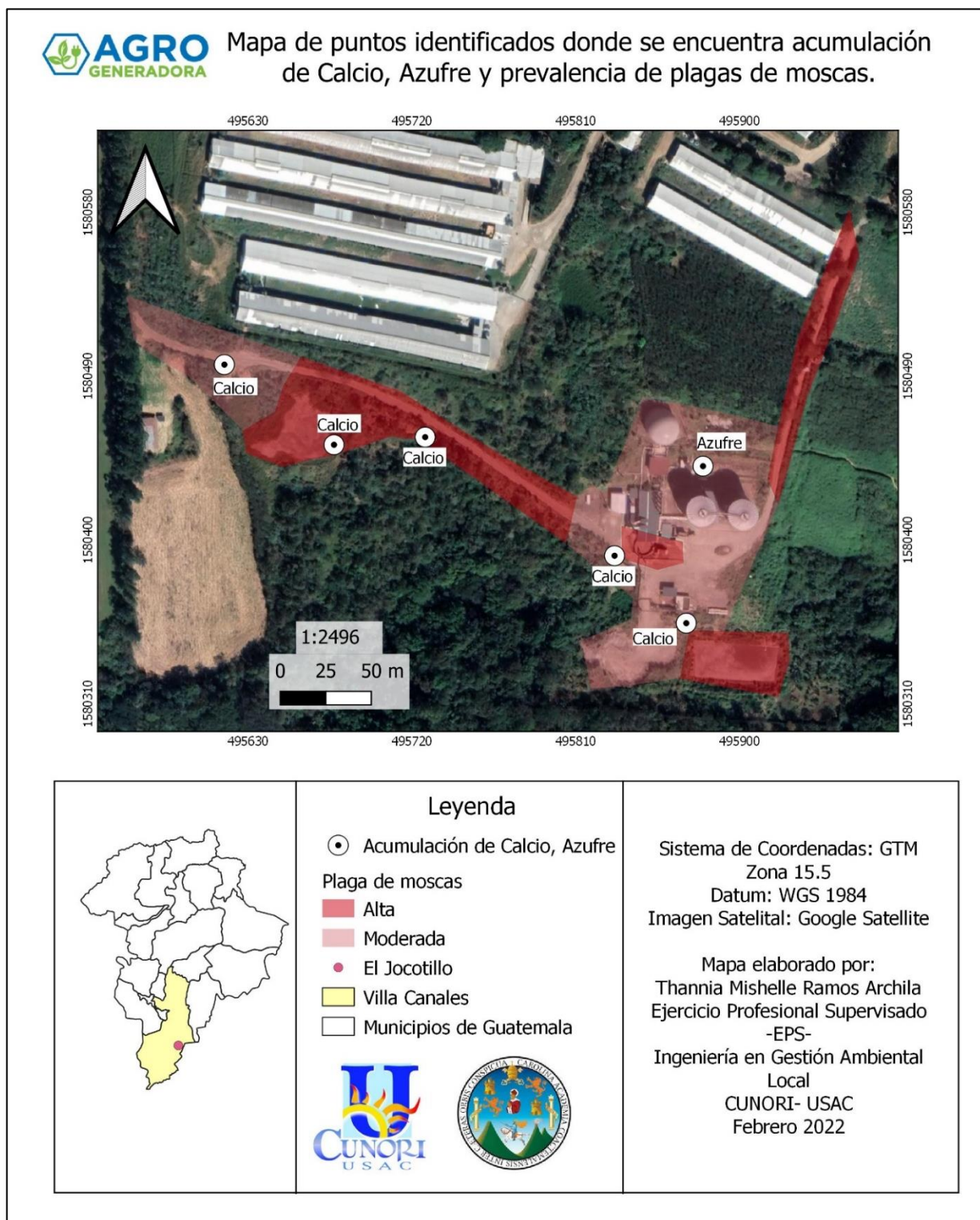
INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología de Guatemala). 2020. Monitoreo sísmico-tectónico de Guatemala (en línea, sitio web). Consultado 16 mar. 2022. Disponible en <https://insivumeh.gob.gt/geofisica/sismologia/eventos-sismicos-recientes/>

MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala). 2000. Primera Aproximación al Mapa de Clasificación Taxonómica de los Suelos de la República de Guatemala, a escala 1:250,000 (en línea, sitio web). Tobías, H; Lira, E (consult.). Guatemala. p. 23. Consultado 10 mar. 2022. Disponible en <https://www.maga.gob.gt/download/clasificacion-suelo.pdf>

Weather Spark (s.f). Weather Spark: el clima y el tiempo promedio en todo el año en Villa Canales (en línea, sitio web). Consultado 03 mar. 2022. Disponible en <https://es.weatherspark.com/y/11623/Clima-promedio-en-Villa-Canales-Guatemala-durante-todo-el-a%C3%B1o>.

15. ANEXOS

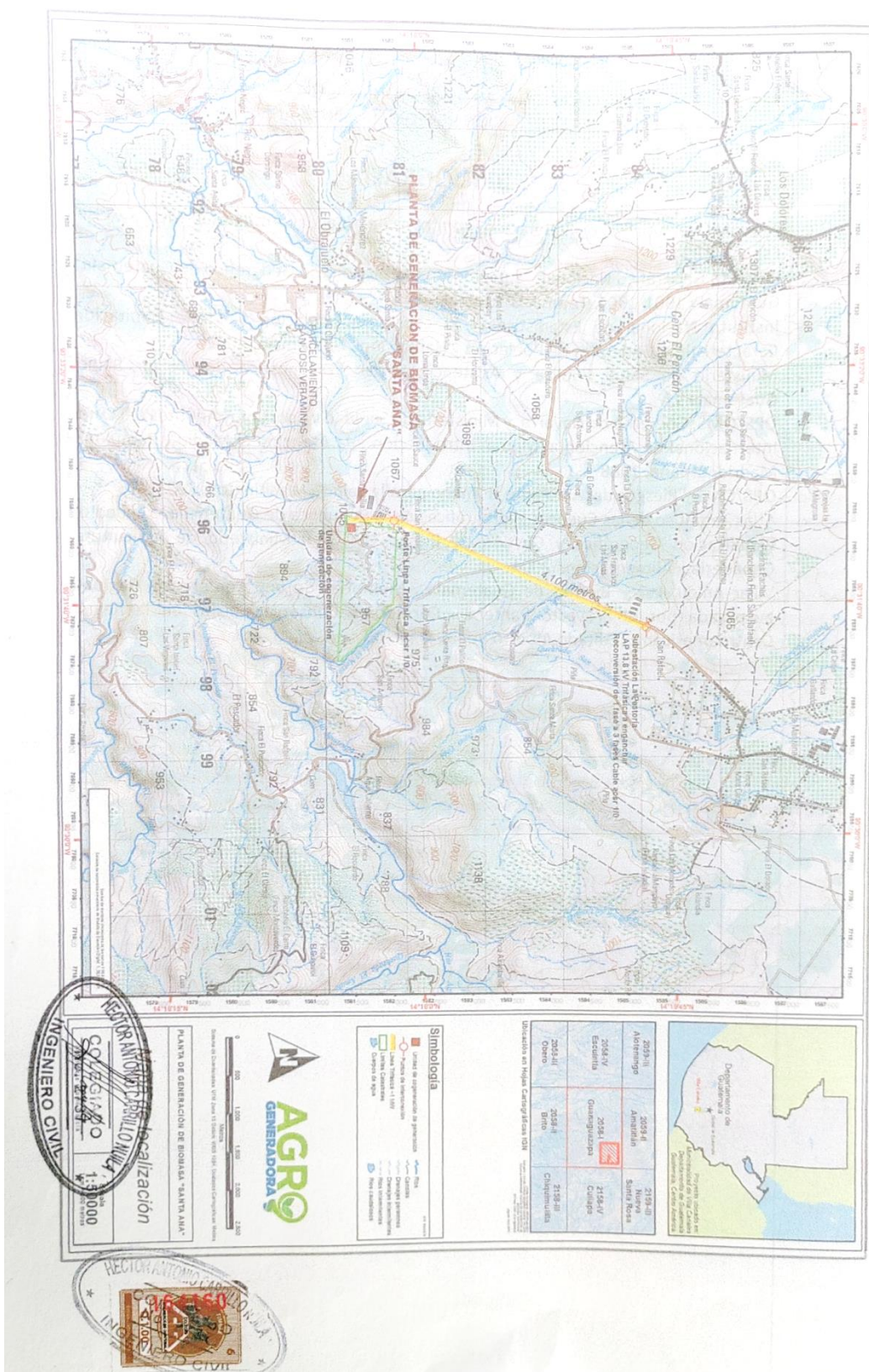
Anexo 1. Mapa de puntos identificados donde se encuentra acumulación de Calcio, Azufre y prevalencia de plaga de mosca (*M. doméstica*).



Anexo 2. Plano de ubicación del proyecto Planta de Generación de Biomasa, Santa Ana



Anexo 3. Mapa de localización del proyecto Planta de Generación de Biomasa, Santa Ana.



Anexo 4. Política Ambiental para la empresa Agrogeneradora, S.A.

POLÍTICA AMBIENTAL

ORGULLOSAMENTE SOMOS

GENERADORES

de biogás



Año 2022.

INTRODUCCIÓN

01

FINALIDAD

02

MARCO
GENERAL DE LA
POLÍTICA

03

DESARROLLO DE LA
POLÍTICA AMBIENTAL

04

REVISIÓN DE LA POLÍTICA
AMBIENTAL

05



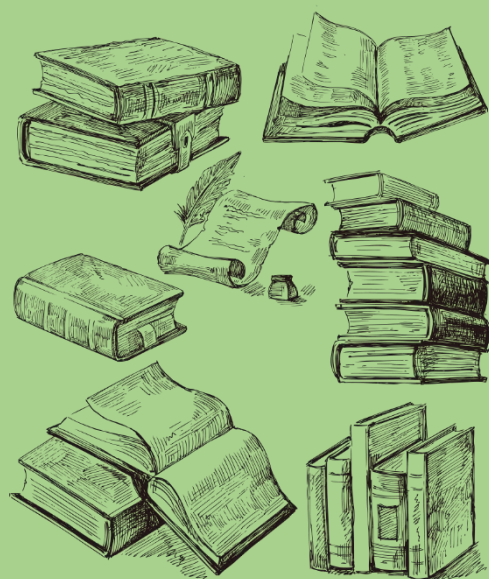


1. INTRODUCCIÓN

A nivel global los recursos naturales están seriamente comprometidos por la demanda masiva y no sostenible del ser humano, provocando contaminación del agua, suelo, bosque, atmósfera, pérdida y destrucción de la biodiversidad llegando al límite de un punto de no retorno, es decir, que los niveles de consumo no permiten la regeneración natural de los recursos. En este entorno, surgen nuevos y diferentes modelos de producción con énfasis en la restauración y conservación de los recursos naturales por medio del desarrollo sostenible que garantice la satisfacción de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.

Es por ello que la empresa Agrogeneradora, S.A. es consciente que, aunque se realicen actividades relacionadas con la producción de energía limpia mediante el tratamiento adecuado de los residuos orgánicos por procesos biológicos, no en todas las ocasiones los resultados tendrán un impacto positivo sobre el ambiente; por lo cual es importante la implementación de un Sistema de Gestión Ambiental que promuevan las buenas prácticas ambientales y para dar inicio a la implementación de un SGA, se debe adoptar un documento de política ambiental como herramienta para planear, organizar, asignar y manejar las actividades relacionadas con la gestión ambiental de la empresa, a través del cual la empresa se comprometa y responsabilice a la mejora continua en sus procesos productivos.

El presente documento de política, se desarrolla en cinco capítulos. El primero como introducción se refiere a la contextualización de la política, el segundo hace referencia a la finalidad de la política, el tercero se refiere al marco general de la política, es decir a los compromisos legales que traen consigo el desarrollo de la misma, el cuarto se concentra en el desarrollo de la política ambiental, donde menciona los objetivos, principios, compromisos, estrategias, responsables, vigencia y alcance; y por último el quinto capítulo describe la revisión y mejora de la política.



2. FINALIDAD

La presente Política Ambiental de Agrogeneradora, S.A. ratifica el compromiso de la empresa con el tratamiento adecuado de los residuos orgánicos a través de un proceso biológico y la protección del medio ambiente que cumplan con los requisitos legales aplicables.

En concreto, Agrogeneradora, S.A. es la unidad de negocio de Grupo Central Agrícola que cuenta con la primera planta industrial generadora de biogás en Centroamérica, la cual produce energía renovable con los residuos orgánicos propios y externos con el fin de preservar el medio ambiente. Este proyecto de generación de energía eléctrica tiene como principal fuente de materia prima la gallinaza sólida y líquida que se obtiene de la empresa aledaña Granja Kaxin, S.A. y los residuos orgánicos de otras empresas. Es por ello que conscientes de la generación de impactos ambientales sobre el área geográfica donde desarrolla sus procesos y, en atención a su responsabilidad empresarial, reconoce la necesidad de contar con un documento que guíe sus acciones, buscando la prevención, corrección, mitigación y compensación de tales impactos, conforme a la normativa legal vigente.

Con la adopción de su Política Ambiental, la empresa garantiza la óptima aplicación de las normas ambientales en las fases de construcción, operación y abandono de las actividades de generación energética y tratamiento de residuos orgánicos en una perspectiva de desarrollo sostenible.



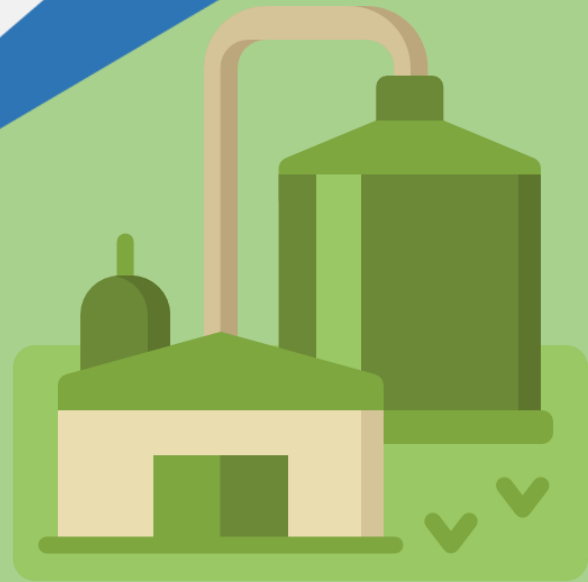
3. MARCO GENERAL DE LA POLÍTICA

3.1 Normas de referencia

Para el funcionamiento eficiente de las actividades en la empresa se hace necesario disminuir los impactos ambientales procedentes de la producción de energía eléctrica renovable y para ello es primordial identificar y hacer cumplir las normativas legales vigentes relacionadas a esta temática. A continuación, se indican las leyes, decretos o acuerdos aplicables.

- Constitución Política de la República de Guatemala, Artículo 97.
- Reglamento de las Descargas Y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición De Lodos, Acuerdo Gubernativo No. 236-2006.
- Código de Salud, Decreto 90-97.
- Reglamento para la Gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos Comunes, Acuerdo Gubernativo No. 164-2021.
- Reglamento de la ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable, Acuerdo Gubernativo No. 211-2005
- Ley y Reglamento de la Ley General de Electricidad, Acuerdo Gubernativo No. 256-97.
- Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (Decreto 68-86 del Congreso de la República de Guatemala) reformado por el Decreto 1-93, y sus reformas en el Decreto 90-2000.

La Constitución y la normatividad ambiental guatemalteca; los tratados, acuerdos y convenios internacionales de los cuales el país es signatario; y las exigencias de entidades certificadoras en materia ambiental, configuran el marco normativo que guía la formulación de la Política Ambiental de Agrogeneradora, S.A.



4. DESARROLLO DE LA POLÍTICA AMBIENTAL

4.1 Objetivos

2.1.1 Objetivo general

Identificar, evaluar, valorar y mitigar o compensar los impactos ambientales de nuestra operación y promover el uso eficiente de los recursos, la prevención de la contaminación y apoyar las iniciativas para la mejora continua.

2.1.2 Objetivos específicos

- Desarrollar estrategias para proteger el medio ambiente a través de la prevención o reducción de los impactos ambientales negativos ocasionados en la generación de energía renovable.
- Lograr beneficios operacionales como resultado de la implementación de buenas prácticas ambientales.
- Priorizar los mejores tratamientos para la gestión de los residuos (priorizando la valoración y reciclado, siempre que esto sea posible).
- Priorizar los tratamientos de aguas que con el mejor rendimiento supongan el menor impacto ambiental.
- Difundir la política ambiental entre el personal propio y las partes interesadas externas.
- Cumplir con la normativa ambiental aplicable y con los estándares ambientales internos.
- Proteger y controlar la calidad de las aguas subterráneas y residuales en las áreas de las instalaciones.

2.2 Principios

La política ambiental de Agrogeneradora, S.A. está orientada bajo los siguientes principios:

- **Prevención:** Las causas y las fuentes de los problemas ambientales se atenderán en forma prioritaria e integrada, tratando de prevenir los efectos negativos que sobre el ambiente se pueden producir.
- **Precaución:** Se tomará medidas de precaución para prever, prevenir, compensar o reducir los impactos adversos a la generación de energía eléctrica a partir de biomasa.
- **Sostenibilidad:** Para lograr los objetivos ambientales de la política, se requiere que los procesos tengan permanencia temporal en el largo plazo, con participación de los actores involucrados.
- **El que contamina paga:** En los casos que no se puede prevenir el deterioro ambiental y se causen daños por los procesos productivos realizados, Agrogeneradora se responsabiliza por los mismos, por lo que debe tomar las medidas preventivas o reparadoras necesarias y sufragar todos los costes relacionados.
- **Calidad:** Este principio implica la prestación del servicio de manera sostenible, orientados a la satisfacción de las necesidades de la sociedad.
- **Sustentabilidad:** El desarrollo económico y social y el aprovechamiento de los recursos naturales deberán realizarse a través de una gestión apropiada del ambiente, de manera tal, que no comprometa las posibilidades de las generaciones presentes y futuras.

- **Información y comunicación:** Antes de tomar decisiones, es necesario considerar, escuchar e incorporar las ideas, propuestas y opiniones de quienes integran la empresa. La permanente interrelación con los diversos miembros es un mandato que Agrogeneradora asume y, en consecuencia, con ello desarrollará acciones de divulgación de la gestión ambiental proyectada y realizada.
- **Responsabilidad:** Agrogeneradora asume el reto de vivir el principio de responsabilidad en su concepción de la gestión ambiental y en la ejecución del plan de manejo ambiental. El generador de impactos negativos al ambiente (actuales o futuros), es responsable de los costos de las acciones preventivas y correctivas.
- **Participación:** Agrogeneradora incluirá a los diversos actores involucrados en los procesos de información y consulta sobre los asuntos ambientales relacionados con el proyecto de generación de energía a partir de biomasa.

2.3 Compromisos

Dentro de esta política se establecen los siguientes compromisos ambientales:

- Garantizar que las operaciones se desarrollen de acuerdo a las obligaciones legales vigentes y los compromisos adquiridos de forma voluntaria.
- Prevención de la contaminación, a partir de la evaluación de los riesgos potenciales sobre el medio ambiente en cada una de las fases del proyecto, con el objetivo de diseñar procesos que permitan minimizar en lo posible el impacto ambiental.
- Valorización de subproductos de la generación de electricidad como materias primas para otros procesos productivos.
- Gestión óptima de residuos y vertidos, y promoción de iniciativas de economía circular.
- Garantizar que las operaciones se desarrollen de acuerdo a las obligaciones legales vigentes y los compromisos adquiridos de forma voluntaria.
- Mejora continua en la gestión de su desempeño ambiental, en el marco de las posibilidades tecnológicas y económicas.
- Realizar la gestión ambiental con enfoque preventivo y hacer uso racional de los recursos que emplea.
- Proveer los recursos económicos y humanos necesarios para cumplir con los objetivos y metas ambientales.
- Incorporar las consideraciones ambientales en la toma de decisiones a todo nivel y comunicar abiertamente a las partes interesadas sus temas ambientales.

2.4 Estrategias

- Manejo integral de residuos. Una buena gestión de residuos, que implique el reciclaje y la valorización, ayudará a reducir la cantidad de residuos y desechos que se generan y su impacto en el medio ambiente. Implementación de sistemas de riego con aguas residuales para ayudar a la fertilidad del suelo.
- Minimizar los riesgos. Hacer un buen mantenimiento de los sistemas e instalaciones puede ahorrar muchos problemas, tanto para la empresa como para el medio ambiente.
- Remodelaciones y construcciones nuevas, de acuerdo a criterios de sustentabilidad ambiental e incorporación de máquinas más eficientes junto con un plan de sustitución de combustibles fósiles por energías renovables.
- Cálculo de la Huella Hídrica para disminuir el desperdicio de este elemento.
- Realizar una evaluación periódica anual de los aspectos ambientales derivados de nuestra actividad, a efectos de mantenimiento y mejora continua del sistema de gestión ambiental.
- Mejora continua y monitoreo del desempeño ambiental, uso eficiente de recursos (agua, energía, materias primas y otros) y minimización de generación de residuos y emisiones. Aprovechamiento de luz natural y aguas pluviales.
- Fomentar la investigación y el desarrollo de tecnologías que contribuyan a la utilización sostenible de los recursos naturales.
- Mantener la sensibilización y concienciación de todos nuestros empleados, fomentando la formación ambiental de los mismos y favoreciendo la participación activa, incluyendo las sugerencias de mejora propuestas por ellos con objeto de fomentar la mejora continua.

2.5 Vigencia y alcance

La presente política estará vigente desde la fecha de su aprobación y publicación por la alta dirección hasta el día en que se solicite una revisión de la misma. La política será objeto de revisión constante por el sistema de gestión ambiental, con miras en su mejora continua, en la medida en que los objetivos, principios y compromisos fundamenten un cambio.

La política ambiental tiene como alcance las instalaciones de la empresa, así como las distintas entidades involucradas y de posible creación futura. El alcance de esta política también considerará todos los productos y servicios que ofrece Agrogeneradora, así como las partes interesadas que el sistema de gestión ambiental considere relevantes, incluyendo proveedores, entidades de regulación y otros miembros externos que interactúan permanentemente con la empresa. Así mismo, su alcance estará definido por los requisitos legales u otros requisitos exigidos a la empresa.

2.6 Responsables

La formulación de la política ambiental empresarial es responsabilidad del equipo gerencial y su implementación compromete a todos y cada uno de los trabajadores de Agrogeneradora, S.A.

5 REVISIÓN DE LA POLÍTICA AMBIENTAL

La implementación de la Política Ambiental de la empresa Agrogeneradora supone el proceso dinámico de la mejora continua: planear, organizar, asignar, direccionar y controlar. Para ello la empresa se compromete a establecer procesos que le permitan prevenir, controlar y minimizar los impactos ambientales derivados de las actividades productivas de generación de energía.

La Unidad de Energía y Subproductos dará reporte anual sobre los avances de la gestión ambiental en la empresa Agrogeneradora. Como herramienta de evaluación se diseñará una matriz de indicadores para garantizar el seguimiento y control de todas las actividades del Sistema de Gestión Ambiental.

Anexo 4. Guía Práctica para el Manejo de Desechos y Residuos Sólidos Comunes en Agrogeneradora, S.A.

**GUÍA PRÁCTICA PARA
EL MANEJO DE
RESIDUOS Y DESECHOS
SÓLIDOS COMUNES**





CONTENIDO

	1. Presentación	Pág. 1
	2. Objetivo de la guía	Pág. 2
	4. Alcance	Pág. 2
	3. Conceptos y definiciones	Pág. 3
	5. Conceptos generales	Pág. 6
	6. Manejo de desechos en Agrogeneradora	Pág. 12
	7. Referencias bibliográficas	Pág. 15



1.

PRESENTACIÓN

Este documento fue preparado para AGROGENERADORA, S.A. con el propósito de contar con una guía clara y de fácil uso en la comprensión y aplicación para el Manejo Adecuado de los Residuos y Desechos Sólidos Comunes dentro de la empresa.

Su contenido está basado en función a conocimientos y actividades para brindar un manejo adecuado a los residuos y desechos sólidos comunes generados en las instalaciones de la empresa; está elaborado de manera sencilla y precisa, orientando para que sea comprensible por todo el personal y así, desarrollar e implementar actividades que disminuyan los focos de contaminación en las áreas de trabajo.

Los residuos y desechos sólidos son el resultado de la ejecución de diversas actividades cotidianas, los cuales requieren la aplicación de un proceso de tratamiento posterior a su generación. A través de la gestión integral de residuos y desechos sólidos, es posible disminuir el impacto que estos puedan generar al ambiente, obteniendo al mismo tiempo beneficios mediante su aprovechamiento.

El manejo de los residuos sólidos, desde el lugar de la producción hasta su disposición final, incluye varias etapas relacionadas con la generación, almacenamiento temporal, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los mismos.



2. OBJETIVO DE LA GUÍA

Aportar una herramienta de trabajo que sirva de instrumento de consulta para la empresa AGROGENERADORA, S.A. y que permita mejorar la forma en la que realizan los procesos de recolección, almacenaje y tratamiento de los residuos y desechos sólidos generados en sus instalaciones, a fin de contribuir a la mejora continua empresarial.



3. ALCANCE

La guía se aplica a todas las actividades que directa o indirectamente se encuentren involucradas en la generación de energía eléctrica renovable a partir de biomasa en la empresa AGROGENERADORA, S.A. y que, potencialmente puedan generar residuos o desechos sólidos, los cuales sin un adecuado control causarían un impacto negativo al ambiente.



4. CONCEPTOS Y DEFINICIONES

De acuerdo a la Política Nacional para la Gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos, Acuerdo Gubernativo No. 281-2015 y el Reglamento para la Gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos Comunes, Acuerdo Gubernativo No. 164-2021 se establecen las siguientes definiciones:

Almacenamiento temporal:

Acumulación ordenada de residuos y desechos sólidos comunes, durante un tiempo determinado previo a su recolección.

Basura:

Se entiende por basura todo residuo sólido o semisólido (con excepción de excretas de origen humano o animal) que carece de valor para el que la genera o para su inmediato poseedor. Están comprendidos en la misma definición los desechos, cenizas, elementos de barrido de calles, residuos industriales, de hospitales y de mercados, entre otros. Es

sinónimo de desechos o residuos sólidos.

Botadero:

Se le llama botadero al sitio donde los residuos sólidos se abandonan sin separación ni tratamiento alguno. Este lugar suele funcionar sin criterios técnicos en una zona de recarga situada junto a un cuerpo de agua, un drenaje natural, etc. Allí no existe ningún tipo de control sanitario ni se impide la contaminación del ambiente; el aire, el agua y el suelo son deteriorados por la formación de gases y líquidos lixiviados, quemas y humos, polvo y olores nauseabundos.

Contaminante:

Todo elemento, materia, sustancia, compuesto, así como toda forma de energía térmica, radiación ionizante, vibración o ruido que, al incorporarse o actuar en cualquier elemento del medio físico, altera o modifica su estado y composición o afecta la flora, la fauna o la salud humana. Debe entenderse como medio físico el suelo, el aire y el agua.



Desecho:

Material producido por actividades humanas, descartado por el ente que lo genera, que no posee valor intrínseco o extrínseco, cuyo destino debe ser la disposición final.

Disposición final:

Aislamiento o eliminación definitiva de desechos sólidos comunes o de productos generados durante su tratamiento, por medio del uso de tecnologías que garanticen la ausencia o el estricto control del riesgo sanitario y ambiental.

Manejo de residuos y desechos sólidos:

Conjunto de operaciones dirigidas a darle a los residuos y desechos sólidos el destino más adecuado de acuerdo a sus características, con la finalidad de prevenir daños o riesgos a la salud humana o al ambiente.

Prevención:

Conjunto de disposiciones y medidas anticipadas para evitar el deterioro de un elemento.

Reciclar:

Proceso mediante el cual ciertos materiales de la basura se separan, recogen, clasifican y almacenan a fin de reincorporarlos al ciclo productivo como materia prima.

Recolección:

Recogida o acopio sistemático de residuos y desechos sólidos comunes, a partir de los sitios utilizados para su almacenamiento temporal y con el objeto de proceder a su transporte.

Reducir:

Persigue causar el menor daño posible al entorno. Para ello es fundamental tener buenos hábitos y bajar al mínimo el consumo de los recursos existentes.



Regla de las tres erres (3R's):

(Reducción, reúso y reciclaje). Este concepto hace referencia a estrategias para el manejo de residuos que buscan ser más sustentables con el medio ambiente y específicamente dar prioridad a la reducción en el volumen de residuos generados.

Residuo:

Material producido por actividades humanas, descartado por el que lo genera, pero que sí posee valor intrínseco o extrínseco, por lo que su destino debe ser el aprovechamiento.

Residuos y desechos sólidos comunes:

Aquellos cuya naturaleza no representa, en sí misma, un riesgo especial a la salud humana o al ambiente; por lo que no poseen características tóxicas, corrosivas, reactivas, explosivas, patológicas, infecciosas, punzocortantes, radioactivas u otras de similar riesgo.

Reusar:

Es el retorno de un bien o producto a la corriente económica para ser utilizado de la misma manera que antes, sin cambio alguno en su forma o naturaleza.

Transporte:

Traslado de los residuos y desechos sólidos comunes hacia el sitio donde serán sometidos a transferencia, tratamiento o disposición final; utilizando para el efecto, los vehículos y el personal necesario.

Tratamiento:

Proceso de transformación física, química o biológica de los residuos sólidos para modificar sus características o aprovechar su potencial y del cual se puede generar un nuevo residuo sólido con características diferentes. Tiene como objetivo principal disminuir los riesgos para la salud y su potencial contaminante. Por ello se deberá optar por la solución más adecuada a las condiciones técnicas, económicas, sociales y ambientales locales.



5. CONCEPTOS GENERALES

5.1 Impactos negativos por la generación de residuos y desechos

La generación de residuos y su inadecuado manejo son la causa de que existan diversos impactos negativos presentes en el ambiente, es importante resaltar que los impactos negativos generados no sólo tienen relación con el ambiente y los recursos naturales, sino también con lo social y económico. A continuación, se mencionan algunos de ellos:

5.1.1 Ambiente

- Contaminación de aguas superficiales y/o subterráneas.
- Contaminación del aire (generación de olores, emisiones de gases de efecto invernadero).
- Contaminación del suelo.
- Contaminación visual.
- Deterioro del paisaje.

- Alteración de ecosistemas y ciclos de vida de especies y animales.
- Proliferación de vectores.

5.1.2 Impacto económico y social

- Pérdida de valor inmobiliario.
- Elevada inversión en la gestión de los residuos.
- Costes asociados a la mitigación de impactos.
- Desperdicio de recursos al no reciclar.
- Disminución de la calidad de vida.
- Riesgo para la salud de las personas.



5.2 Ciclo de los residuos

El ciclo de vida de los residuos, está compuesto de una serie de etapas que abarcan desde la generación hasta la disposición final de estos. Conocer sobre este ciclo nos permite determinar los momentos en los que se puede actuar correctamente en el manejo y gestión de los residuos. Una representación gráfica del ciclo de vida de los residuos y desechos sólidos, puede ser la siguiente:



5.2.1 Generación:

Es la primera etapa del ciclo de vida de los residuos y se refiere a la acción de producir una cierta cantidad de materias orgánicas e inorgánicas, en un determinado lapso de tiempo.

5.2.2 Almacenamiento temporal

Esta etapa es muy importante, ya que de ella depende si los residuos podrán ser usados como materia prima en la etapa del reciclaje. El almacenamiento es la acción de retener temporalmente los residuos sólidos, en cuanto se recolectan para su posterior transporte, tratamiento o disposición final.

5.2.3 Barrido y limpieza

Esta actividad tiene como objetivo dejar las áreas libres de todo residuo sólido, esparcido o acumulado, de manera que dichas zonas queden libres de papeles, plástico, aluminio y de cualquier otro objeto o material susceptible de ser removido manualmente.

5.2.4 Recolección y transporte

Conjunto de actividades que incluye la recogida y transporte de los residuos sólidos desde los sitios destinados para su depósito o almacenamiento por parte de los generadores hasta el lugar donde serán descargados.



5.2.5 Tratamiento y reciclaje

El tratamiento de residuos sólidos consiste tanto en la recogida general de estos residuos en contenedores de basura, como en la recogida selectiva de los residuos separados en contenedores de reciclaje. El tratamiento de residuos sólidos tiene como fin recuperar materiales valorizables, facilitar la utilización de estos residuos como fuente de energía y preparar los residuos para su tratamiento final.

5.2.6 Disposición final

La última etapa en el manejo de residuos sólidos es denominada disposición final, en esta etapa los desechos que no reciben ningún otro uso y los materiales residuales luego de haber procesado los desechos son finalmente dispuestos en los lugares destinados para su disposición final. La disposición final de los desechos se realiza en los vertederos o rellenos sanitarios, de la manera que los productos no presenten riesgos para la salud ni para los componentes de los ecosistemas.



5.3 ¿Cómo clasificar los residuos y desechos?

Según el artículo 12 del Reglamento para la Gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos Comunes, Acuerdo Gubernativo No. 164-2021, establece que, para la clasificación de residuos, todas aquellas personas, individuales o jurídicas, públicas o privadas, que como resultado de sus actividades produzcan residuos o desechos sólidos comunes, deberán separarlos al momento de su generación, de acuerdo con la clasificación siguiente:

5.3.1 Clasificación primaria

- **Orgánico:** Los residuos sólidos orgánicos provienen de los productos de origen animal y vegetal, principalmente de los restos de alimentos, de agricultura y de jardinería.

En Guatemala representan más del 50 % de los residuos sólidos generados en los hogares y entre sus características principales esta su rápida descomposición. Al ser inadecuadamente tratados

pueden generar malos olores, proliferación de fauna nociva (roedores, insectos y otros) y generación de gas metano, considerado uno de los principales gases causantes de la alteración del efecto invernadero, precursor del cambio climático.

Aplicación iconográfica



- **Inorgánico:** Los estudios de caracterización de residuos sólidos permiten evidenciar cuáles son más recurrentes según las actividades del área de intervención. Sin embargo, existe la posibilidad que algunos residuos sólidos se produzcan en menor cantidad y este contenedor permitirá su acopio, exceptuando los residuos y desechos sólidos orgánicos, peligrosos y especiales.

Aplicación iconográfica



5.3.2 Clasificación secundaria

- **Papel y cartón:** Al reciclar el papel se ahorran recursos en su fabricación (madera, agua, químicos, energía, etcétera). Sin embargo, es importante su acopio adecuado para evitar que se contamine con alimentos y sustancias grasosas que dificultan su reciclaje.

Aplicación iconográfica



- **Vidrio:** Los envases de vidrio pueden ser reutilizados decenas de veces y, si en caso son dispuestos para reciclaje, el material en su totalidad puede ser recuperado, no obstante, demanda un gran requerimiento energético para su propio reciclado.

Aplicación iconográfica



- **Plástico:** Los patrones de producción y consumo presentan una gran tendencia a la utilización de este material debido a que son económicos, livianos, flexibles, impermeables y son ideales para almacenar alimentos.

Aplicación iconográfica



- **Metal:** Los metales representan uno de los principales materiales utilizados para la elaboración de varios objetos; sin embargo, su proceso de obtención y transformación no es del todo amigable con el ambiente, pues requiere considerables cantidades de energía y agua.

Aplicación iconográfica



- **Multicapa:** El nombre de multicapas hace referencia a su composición, ya que utiliza básicamente tres tipos de material: aluminio, cartón y plástico. Estos productos son generalmente utilizados para envasar líquidos y productos alimenticios. Debido a la forma en que están elaborados dificulta su degradación en rellenos sanitarios, por lo que la incorporación de este producto en procesos de reciclaje es de suma importancia.

Aplicación iconográfica



5.4 Consideraciones para los contenedores

Las características de los contenedores están principalmente en función del tipo de residuo sólido, la frecuencia de recolección, la cantidad de generación y el espacio disponible. Sin embargo, se

debe de tener en cuenta lo siguiente:

- Ser adecuados para este fin y tener capacidad suficiente. Deberán ser accesibles y que se pueda remover el material en su interior en forma expedita.
- Estar contruidos de materiales adecuados, estables, de fácil limpieza y que resistan la corrosión. Deberán contar con tapadera o estar dispuestos de tal forma que no permitan el ingreso de lluvia o de animales a su interior.
- El uso de los mismos será exclusivo para este fin y si es el caso, contar con separadores para clasificación interna.
- Estar identificados de forma clara y distintiva para el tipo de residuo que contendrán.



6. MANEJO DE DESECHOS EN AGROGENERADORA

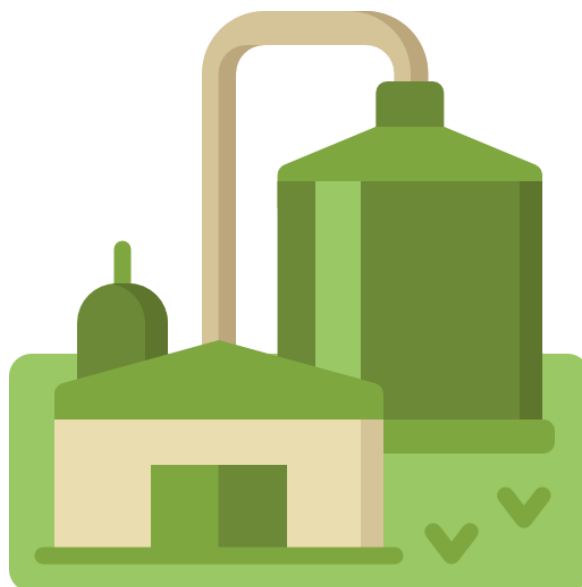
Toda persona dentro de las instalaciones de Agrogeneradora, será responsable de los residuos que genere, así como, del daño a la salud, ambiente o paisaje que ocasionare en su actividad.

6.1 ¿Qué hacer con los residuos orgánicos generados dentro de la empresa?

Las personas que generen desechos orgánicos deberán clasificar y depositar los mismos, en los recipientes identificados de color VERDE que se encuentren dentro de las áreas de la empresa.

Posteriormente, el operador de turno retirará diariamente, o al menos dos veces por semana los desechos orgánicos almacenados temporalmente en los contenedores.

Una vez recolectados todos los desechos orgánicos, serán trasladados para el tanque receptor de materia orgánica sólida con el fin de que estos desechos sean tratados a través de los biodigestores, convirtiéndose posteriormente en energía eléctrica.



6.2 Residuos y desechos inorgánicos

Comprende los desechos orgánicos e inorgánicos que no se pueden reciclar y, que por su composición o mezcla necesitan de un tratamiento y disposición final inmediata. Orgánicos e inorgánicos que no se pueden reciclar, toallas sanitarias, ropa, servilletas, papel higiénico usado, platos, vasos desechables usados.

Para una clasificación primaria, los desechos inorgánicos comunes deberán ser separados y depositados en contenedores de color negro. Sin embargo, para hacer un mejor manejo de desechos en las instalaciones de la empresa, es necesario e indispensable contar para cada tipo de desecho su respectivo contenedor debidamente identificado. Por ejemplo, contenedor azul para plásticos, contenedor celeste para vidrio, contenedor amarillo para papel y cartón, entre otros.

Los residuos reciclables dispuestos en todos los contenedores de recolección secundarios, deberán ser retirados por el recolector de la basura y colocados cuidadosamente en el tractor recolector, con la cautela de que no se mezclen, para luego ser trasladados a un sitio seguro donde reciban el debido tratamiento.

El recolector de residuos cuando ya se encuentre en el relleno sanitario, el recolector deberá colocar los desechos comunes en una celda con una capa de aproximadamente 15 cm de desecho común, luego deberá cubrir con una capa de tierra de aproximadamente 10 cm y lo

compactará.

El ciclo comienza nuevamente cuando las fosas se hayan llenado completamente y haya cumplido su vida útil, por lo tanto, se inicia el proceso en otro sitio.

6.3 Recomendaciones



- Potenciar entre los trabajadores de la empresa una actitud que contribuya a la implantación y mejora de los sistemas de gestión, para ello será necesario establecer vías de comunicación funcionales.
- No se debe olvidar que un residuo no deja de ser una materia prima mal aprovechada y que además ha tenido un costo de extracción y procesamiento, por lo tanto, se debe impulsar disminuir el consumo de productos no indispensables para el ser humano.
- Evitar la generación de residuos desde su origen.

- Establecer para cada tipo de residuo la frecuencia de recolección y gestión adecuada.
- Escoger papel reciclado y sin blanquear, siempre que sea posible.
- Realizar impresiones en doble cara y con papel reciclado en la medida de lo posible.
- Es necesaria la implementación de contenedores por color cumpliendo con lo que indica la Guía para la identificación gráfica de los residuos comunes elaborada por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN).
- Aunque la Agrogenadora no genere grandes cantidades de desechos comunes, está en su obligación darle un tratamiento adecuado a los mismos.
- Desarrollar capacitaciones constantes sobre diversidad de temas ambientales incluyendo el manejo de residuos.
- Aprobar la guía práctica para el manejo de residuos y desechos sólidos comunes.



7.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acuerdo Gubernativo No. 164-2021, Reglamento para la Gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos Comunes.

Acuerdo Gubernativo No. 281-2015, de la República de Guatemala. Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos.

MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales) 2018. Guía para la Identificación Gráfica de los Residuos Sólidos Comunes. 16 p.



Elaborado por:
Thannia Ramos
Ejercicio Profesional Supervisado- EPS
Ingeniería en Gestión Ambiental Local, CUNORI- USAC