

**UNIVERSIDAD MAYOR REAL Y PONTIFICIA DE
SAN FRANCISCO XAVIER DE CHUQUISACA**

VICERRECTORADO

**CENTRO DE ESTUDIOS DE
POSGRADO E INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**



**PROPUESTA DE UN PLAN DE EMERGENCIA PARA EL RELLENO SANITARIO
DE RESIDUOS SOLIDOS EN LA ENTIDAD DE MUNICIPAL DE ASEO VILLAZON**

**PROGRAMA DE DIPLOMADO
SEGURIDAD INDUSTRIAL, SALUD EN EL TRABAJO Y
RESPONSABILIDAD SOCIAL
VERSIÓN II**

Araceli Mariana Viscarra Ricaldi

**Sucre - Bolivia
2024**

CESIÓN DE DERECHOS

Al presentar este trabajo como requisito previo para la obtención del Diploma Programa de Diplomado Seguridad Industrial, Salud en el Trabajo y Responsabilidad Social Versión II de la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, autorizo al Centro de Estudios de Posgrado e Investigación o a la Biblioteca de la Universidad, para que se haga de este trabajo un documento disponible para su lectura según normas de la Universidad.

También cedo a la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, los derechos de publicación de este trabajo o parte de él, manteniendo mis derechos de autor hasta un periodo de 30 meses posterior a su aprobación.

ARACELI MARIANA VISCARRA RICALDI

Sucre, abril de 2024

DEDICATORIA

a mis padres Nicolás Viscarra y Zelmy Ricaldi
quienes han sido mi inspiración y mi mayor
apoyo a lo largo de este camino académico.
Su amor, paciencia y aliento incondicional
han sido mi motor para alcanzar cada uno de mis logros.
A ustedes, mi familia y amigos,
les dedico este esfuerzo con
profundo agradecimiento y cariño.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera expresar mi sincero agradecimiento a todas las personas que contribuyeron de diversas maneras a la realización de esta monografía.

En primer lugar, quiero agradecer a la ingeniera Petersen, por su invaluable orientación, apoyo y conocimientos brindados a lo largo de este proceso. Su guía experta fue fundamental para la culminación exitosa de este trabajo.

También deseo expresar mi gratitud a mi familia y amigos por su constante ánimo, paciencia y comprensión durante este viaje académico. Su apoyo incondicional me ha dado fuerzas para superar los desafíos y alcanzar mis metas.

No puedo dejar de mencionar el apoyo recibido de la Universidad Mayor Real y Pontificia San Francisco Xavier de Chuquisaca, cuya colaboración fue fundamental para acceder a recursos y datos necesarios para llevar a cabo esta investigación.

Por último, pero no menos importante, quiero agradecer a cada autor, investigador y experto cuyas obras y estudios fueron citados y utilizados como referencia en este trabajo. Su dedicación y contribuciones han enriquecido significativamente mi comprensión del tema.

A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento. Este logro no habría sido posible sin su ayuda y apoyo incondicional.

¡Gracias!

RESUMEN

En esta investigación exhaustiva sobre la entidad municipal de aseo Villazón, se realizó un análisis detallado de la situación actual del relleno sanitario. Utilizando el mapeo fotográfico de los procesos clave, se identificaron los peligros y se evaluaron los riesgos conforme a la norma NB517002, que guía la elaboración de planes de emergencia. Priorizando los riesgos más significativos, se establecieron medidas preventivas y planes de acción específicos para abordarlos de manera efectiva. Estos incluyen protocolos para el control de derrames de lixiviados, la gestión de incendios, la evacuación en caso de emergencia y la atención de primeros auxilios.

Estos planes de acción se diseñaron con un enfoque proactivo, detallando procedimientos claros y coordinados para responder adecuadamente a situaciones de emergencia en el relleno sanitario. Además, se realizó un análisis del costo asociado a la implementación de este plan de emergencia, considerando la inversión necesaria en infraestructura, equipos y capacitación del personal. En conjunto, estos esfuerzos proporcionan un marco sólido para la gestión de emergencias en el relleno sanitario, garantizando la seguridad tanto del personal como del entorno.

**PROPUESTA DE UN PLAN DE EMERGENCIA PARA EL RELLENO SANITARIO
DE RESIDUOS SOLIDOS EN LA ENTIDAD DE MUNICIPAL DE ASEO VILLAZON**

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. ANTECEDENTES	1
1.1.1. SITUACIÓN PROBLÉMICA	3
1.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	5
1.2. OBJETIVOS	5
1.2.1. Objetivo General.....	5
1.2.2. Objetivos Específicos	5
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	5
1.3.1. Justificación técnica.....	5
1.3.2. Justificación económica.....	6
1.3.3. Justificación Social	6
1.3.4. Justificación ambiental	6
1.4. METODOLOGÍA.....	7
2. DESARROLLO	9
2.1. MARCO TEÓRICO (CONCEPTUAL Y CONTEXTUAL)	9
2.1.1. Marco conceptual	9
2.1.2. Marco teórico.....	11
2.1.3. Marco Contextual	17
2.2. INFORMACIÓN Y DATOS OBTENIDOS	17
2.2.1. Recolección de residuos solidos.....	17
2.2.2. Ubicación del relleno sanitario.....	19
2.2.3. Misión y Visión de E.MA.VI.	20
2.2.4. Descripción del proceso del relleno sanitario.....	20
2.2.5. Organigrama de E.M.A.VI.	21
2.2.6. Detalles de los componentes del relleno sanitario.....	21
2.2.7. Plano general relleno sanitario Agua Chica	21

2.2.8.	Layout del relleno sanitario	22
2.2.9.	Mapa de Procesos	22
2.2.10.	Identificación de Peligros	23
2.2.10.1.	Pesaje del camión compactador.....	23
2.2.10.2.	Paneles solares	24
2.2.10.3.	Depósito y compactación de residuos en la macro celda	24
2.2.10.4.	Almacenamiento de residuos especiales (jeringas, pastilla, etc.).....	26
2.2.10.5.	Mezclado para el compostaje (abono)	27
2.2.10.6.	Almacenamiento de líquidos lixiviados	28
2.3.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.....	30
2.3.1.	Medidas preventivas	32
2.3.1.1.	Medidas preventivas para el proceso de almacenamiento de lixiviados	32
2.3.1.2.	Medidas preventivas para el proceso de mezclado de compostaje(abono)	32
2.3.1.3.	Medidas preventivas para el proceso de almacenamiento de residuos especiales 33	
2.3.1.4.	Medidas preventivas para el proceso de paneles solares.....	33
3.	CAPITULO III: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	34
3.1.	RESULTADOS	34
3.1.1.	PLANES DE ACCION PARA EL MANEJO DE EMRGENCIAS	34
3.1.2.	Estructura del relleno sanitario	34
3.1.3.	Administración del plan de emergencias.....	34
3.1.3.1.	Plan de acción para derrames de lixiviados.....	36
3.1.3.2.	Plan de acción para control de incendios.....	37
3.1.3.3.	Plan de acción para evacuación de personas externas al relleno sanitario	40
3.1.3.4.	Plan de acción para el control de primero auxilios.....	44
3.1.4.	Costos de implementación de emergencia.....	46
3.1.4.1.	Costo de la implementación del plan de emergencias	46
3.1.4.2.	Costos de Equipo de protección personal.....	47
3.1.4.3.	Costos de Pictogramas.....	48
3.2.	CONCLUSIONES.....	48

3.3. RECOMENDACIONES	49
4. BIBLIOGRAFÍA	49
5. ANEXOS	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Técnicas o instrumentos aplicados	7
Tabla 2	Criterios de Determinación de Vulnerabilidades para amenazas de origen natural 12	
Tabla 3	Valores para la probabilidad de ocurrencia en situaciones de emergencia antrópicas 14	
Tabla 4	Valores para las consecuencias en situaciones de emergencia antrópicas	15
Tabla 5	Evaluación de las situaciones de emergencia antrópicas.....	16
Tabla 6	detalles del personal del relleno sanitario.....	21
Tabla 7	Resultados significativos obtenidos de la identificación peligros y evaluación de riesgos de situaciones de emergencias.....	30
Tabla 8	Procedimiento para el control de un derrame de lixiviado.....	37
Tabla 9	Procedimiento para el control de incendio	39
Tabla 10	Procedimiento para la evacuación de personas externas al relleno	41
Tabla 11	Puntos de encuentro.....	42
Tabla 12	Procedimiento general para el control de primeros auxilios	45
Tabla 13	Costos de equipamiento EPP	47
Tabla 14	costos de pictogramas.....	48

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Diagrama de Ishikawa	4
Figura 2	Mapa de Procesos del relleno sanitario	22
Figura 3	Mapeo fotográfico del pesaje del camión compactador	23
Figura 4	Mapeo fotográfico de paneles solares	24
Figura 5	Mapeo fotográfico del depósito y compactación de residuos a la macro celda	25
Figura 6	Mapeo fotográfico del almacenamiento de residuos especiales	26
Figura 7	Mapeo fotográfico en mezclado de compostaje	27
Figura 8	Mapeo fotográfico del almacenamiento de líquidos lixiviados.....	28
Figura 9	Mapeo fotográfico del área de redes líquidos lixiviados.....	29
Figura 10	Organigrama del relleno sanitario	34

INTRODUCCIÓN

La ley 16998 Ley General de Higiene, Seguridad Ocupacional y Bienestar, que se inspira en principios como los de la prevención de accidentes y enfermedades profesionales, así como en una protección preventiva que incluye todos los aspectos del trabajo a tener en cuenta (entre ellos una configuración humana y ergonómica del mismo).

La entidad municipal de Aseo Villazón (E.M.A.V.I.), es parte del Gobierno Autónomo Municipal de Villazón (G.A.M.V.) como unidad encargada del aseo urbano dentro del su planificación cuenta con toda la cadena de Gestión Integral de residuos sólidos desde el Barrido y limpieza, recolección y transporte, disposición final, aprovechamiento y educación ambiental, actividades enmarcadas al cuidado y preservación del medio ambiente de la ciudadanía en el área urbana de Villazón. (Blas, 2019)

1.1. ANTECEDENTES

El Gobierno Municipal de Villazón en coordinación con la Gobernación del Departamento de Potosí, han desarrollado el proyecto de construcción del relleno sanitario de agua chica en la gestión 2013 – 2014, proyecto concurrente, dentro de sus componentes más importantes se puede detallar la construcción del Relleno Sanitario de Agua Chica, el proyecto Desarrollo Comunitario para la construcción del Relleno Sanitario “DESCOM-FI” y equipamiento de maquinaria, para la operación del Relleno Sanitario. El proyecto está dirigido estrictamente a la Disposición Final de Residuos Sólidos del Municipio de Villazón, dando una propuesta de implementación de un plan de emergencia. (E.M.A.VI., MANUAL DE FUNCIONES DEL RELLENO SANITARIO , 2018)

En la actualidad, se evidencia una notable carencia en el relleno sanitario operado por la entidad municipal de Aseo Villazón: la ausencia de un plan de emergencia adecuado. Esta omisión no solo representa una deficiencia en términos de seguridad laboral, sino que también expone al personal que trabaja en el relleno a una serie de riesgos potenciales. Las áreas que conforman el relleno, desde la disposición de residuos hasta las instalaciones de tratamiento y gestión, se encuentran desprovistas de un protocolo formal para hacer frente a situaciones imprevistas o emergencias. Esta falta de planificación no solo pone en peligro la integridad física de los

trabajadores, sino que también puede tener consecuencias ambientales y de salud pública. Es fundamental que se implemente un plan de emergencia completo y eficaz que aborde estos riesgos de manera integral, garantizando así la seguridad y bienestar tanto del personal como de la comunidad en general.

La generación de residuos sólidos es uno de los mayores problemas internacionales y nacionales. En Bolivia se acumulan alrededor de 6 mil toneladas de basura al día y en la ciudad de Potosí entre 100 a 110 toneladas de desechos sólidos por jornada. (Mollo, 2022)

La presente investigación de **Identificación, Evaluación de Riesgos Laborales y Elaboración del Plan de Prevención en el Área de Reciclaje del Relleno Sanitario (EMMAITEP) del Cantón Pelileo** detalla la importancia de establecer una matriz de riesgos laborales para las áreas de mayor manipulación directa de desechos que permita conocer los riesgos a los que están expuestos los trabajadores involucrados en dichas actividades para establecer planes de prevención que permitan minimizar o mitigar los accidentes y las enfermedades laborales, además de cumplir con la normativa legal que regula el adecuado entorno laboral y la prevención de riesgos. (Espinoza, 2020-2019)

La metodología aplicada está basada en la Guía Técnica Colombiana (GTC-45, 2010), herramienta de identificación y evaluación de riesgos, sugerida y avalada por el Ministerio de Relaciones Laborales, en el Sistema de Administración integral de trabajo y empleo (SAITE) desde el año 2012, guía metodológica que nos orienta como evaluar riesgos y peligros en diferentes ambientes laborales, en este caso el área de reciclaje y compostaje que mediante el plan de prevención de riesgos se plantea diferentes actividades que ayudan a establecer un ambiente salvable. (Espinoza, 2020-2019)

Esta investigación **Formulación del Plan de Contingencia para el Manejo de Emergencias Asociados al Sitio de Disposición Final de Residuos Sólidos-El Carrasco** se desarrolló con la finalidad de poder conocer todos los factores de riesgo que están presentes y pueden generar danos a la salud del personal que labora en el área de limpieza pública de la municipalidad distrital de Carabayllo. La metodología de la presente investigación es de tipo diagnostico descriptivo con diseño no experimental ya que se llevó a cabo una técnica de tipo encuesta y

como instrumento ya establecido el cuestionario hace mención a tres preguntas ya determinadas las cuales son de respuesta cerrada. Los resultados que se obtienen en un ámbito porcentual hacen mención a las medidas que se deben desarrollar mediante un programa preventivo y sensibilizador a los trabajadores de la municipalidad, asimismo se tiene q hacer seguimiento y una mejor supervisión en el are de cumplimiento de las medidas preventivas ya establecidas. (García, 2015)

1.1.1. SITUACIÓN PROBLÉMICA

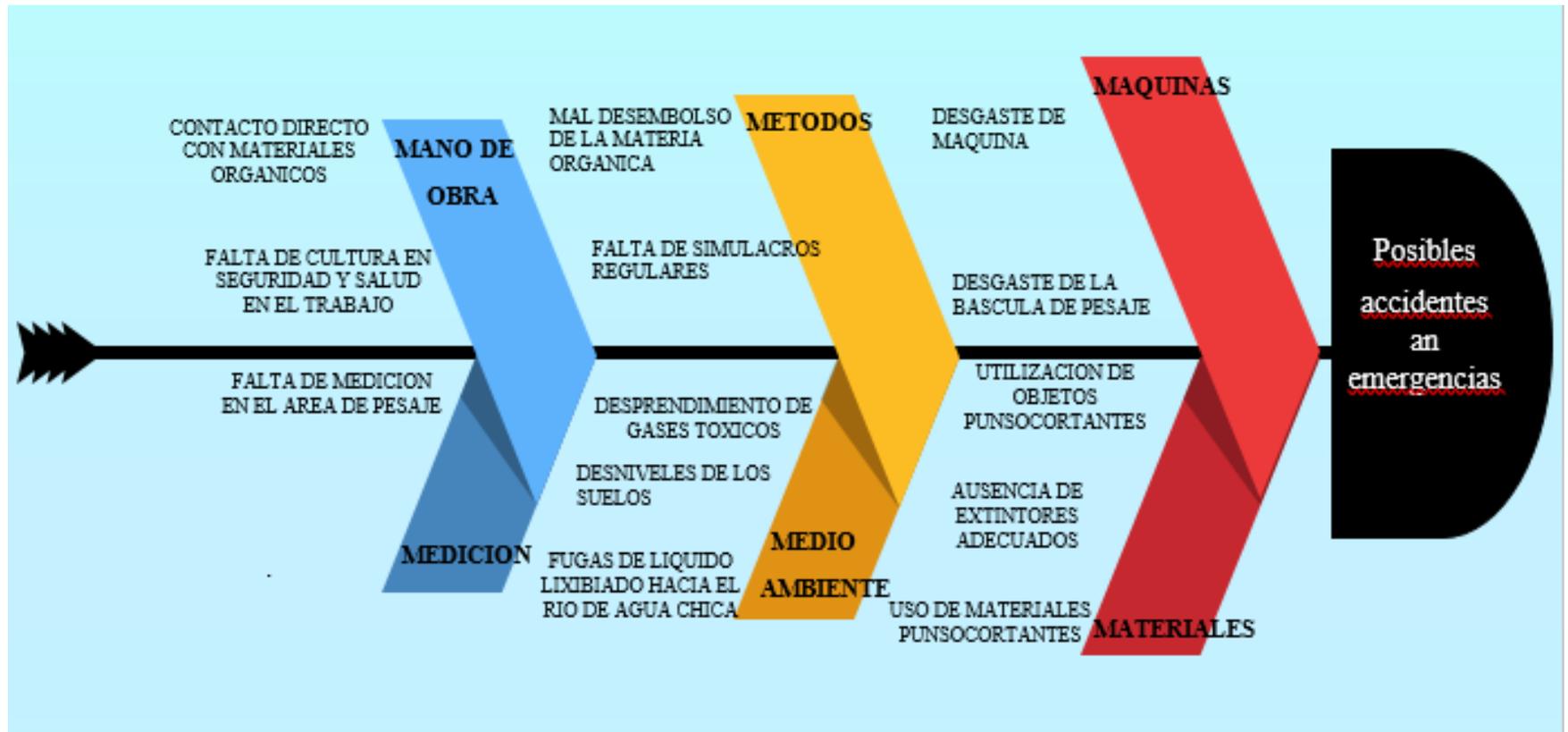
En Bolivia el Ministerio de Medio Ambiente y Agua señalan que solo 23 de los 337 municipios del país cuentan con un relleno sanitario. De los 23 rellenos sanitarios, solo 16 están en funcionamiento. El resto continuaría operando en botaderos o vertederos a cielo abierto debido a la falta de recursos económicos y personal capacitado para ello. (Opini3n, 2019)

Según informes del Ministerio de Medio Ambiente y Agua, el 2016 Bolivia generaba aproximadamente 2 millones de toneladas de residuos s3lidos al a3o, el equivalente a 5400 toneladas al d3a en el municipio de Villaz3n se genera 22 toneladas aproximadamente de residuos entre materiales org3nicos e inorg3nicos.

La entidad de aseo municipal E.M.A.V.I. realiza la recolecci3n, transport3, disposici3n final y compostaje el plan de emergencia se realizar3 en la disposici3n final.

La ausencia de un plan de emergencias en el relleno sanitario de E.M.A.VI. genera una preocupante incertidumbre ante posibles emergencias como incendios, derrumbes, entre otros escenarios. Por tanto, resulta imperativo proponer e implementar un plan de emergencia integral. Este plan no solo establecer3 protocolos claros de actuaci3n frente a diversas contingencias, sino que tambi3n garantizar3 la seguridad y el bienestar tanto del personal como del entorno circundante.

Figura 1 Diagrama de Ishikawa



Fuente: (Elaboración propia, 2024)

1.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Con el fin de abordar de manera efectiva los peligros derivados de las reacciones inadecuadas ante accidentes o incidentes presentados en el relleno sanitario de la entidad municipal de aseo Villazón.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

Realizar un plan de emergencia para el relleno sanitario de residuos sólidos en la entidad municipal de Aseo Villazón.

1.2.2. Objetivos Específicos

- ❖ Investigar los fundamentos necesarios para la elaboración de un plan de emergencia para un relleno sanitario.
- ❖ Realizar un diagnóstico situacional de las condiciones actuales en el relleno sanitario de E.M.A.VI.
- ❖ Aplicar la Norma de elaboración de planes de emergencia NB517002.
- ❖ Determinar los costos de implementación del plan de emergencia.

1.3. JUSTIFICACIÓN

1.3.1. Justificación técnica

Proporcionar un plan de emergencia que integre los conocimientos adquiridos para interpretar propuestas pertinentes según los hallazgos.

Se realizará una identificación de peligros y evaluación riesgos y amenazas que podrían afectar al relleno sanitario, como incendios, fugas de lixiviados, derrumbes, etc. Lo que ayudara a priorizar las acciones del plan de emergencia.

La elaboración de un plan de emergencia que amplíe el estudio de las Normas Técnicas de Seguridad (NTS) de Bolivia brinda la oportunidad de introducir nuevos métodos y técnicas, así como establecer una obligatoriedad en su cumplimiento. Además, la adopción de la norma ISO

45001 sirve como un mecanismo para identificar y abordar posibles no conformidades en materia de seguridad.

1.3.2. Justificación económica

La prevención y preparación para emergencias pueden ayudar a evitar costos significativos asociados con la gestión de crisis. Los eventos como incendios, derrames de lixiviados u otros accidentes pueden resultar en gastos imprevistos para la limpieza, reparación de infraestructura dañada y compensación de posibles impactos en la salud pública y el medio ambiente. Un plan de emergencia bien desarrollado puede minimizar estos riesgos financieros al anticipar y mitigar tales eventos.

Muchas jurisdicciones tienen regulaciones estrictas que requieren que los rellenos sanitarios cuenten con planes de emergencia actualizados y efectivos. La falta de cumplimiento puede resultar en multas y sanciones financieras.

1.3.3. Justificación Social

Un plan de emergencia debidamente desarrollado si se implementa garantiza la protección de la salud y el bienestar de la comunidad local. Las emergencias en los rellenos sanitarios, como incendios o fugas de productos químicos, pueden tener efectos adversos en la salud de las personas que viven en las cercanías.

La preparación para emergencias en el relleno sanitario ayuda a reducir los riesgos y la vulnerabilidad de la comunidad local ante posibles desastres. Al tener procedimientos establecidos para responder rápidamente a situaciones de emergencia, se minimiza el impacto negativo en la vida de las personas que viven en las cercanías del relleno sanitario.

1.3.4. Justificación ambiental

Las emergencias en los rellenos sanitarios pueden tener impactos ambientales significativos, como la contaminación del aire, el suelo y el agua. Al implementar un plan de emergencia, se reducen los riesgos de daños ambientales y se protege el entorno natural en el que viven las personas.

1.4. METODOLOGÍA

Tabla 1 *Técnicas o instrumentos aplicados*

TIPO DE MONOGRAFÍA: Compilación		TIPO DE INVESTIGACION: Descriptiva, enfoque mixto		
OBJETIVOS	METODOS	TECNICAS	INTRUMENTOS	RESULTADOS ESPERADOS
Investigar los fundamentos necesarios para la elaboración de un plan de emergencia para un relleno sanitario.	❖ Método analítico	❖ Indagación documental	❖ Normas Técnica Seguridad (NTS). ❖ Norma de elaboración de planes de emergencia NB517002. ❖ Proyectos, informes, etc.	Conocimiento para una dar una propuesta adecuando de plan de emergencia
Realizar un diagnóstico situacional de las condiciones actuales en el relleno sanitario de E.M.A.VI.	❖ Método analítico ❖ Método deductivo-inductivo	❖ Indagación documental ❖ Observación	❖ Registro descriptivo. ❖ Identificación y evaluación de situaciones de emergencia ❖ Registro fotográfico.	Conocimiento de situación actual del relleno sanitario y sus áreas que lo conforman. Identificación de peligros y evaluación de riesgos en las diferentes áreas del relleno sanitario.
Aplicar la Norma Elaboración de planes de emergencia NB517002 del	❖ Método deductivo-inductivo	❖ Indagación documental ❖ observación	❖ Programa de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo PGSST	Adoptar medidas de control.

instituto Boliviano de Normalización y Calidad IBNORCA			❖ Elaboración de planes de emergencia NB517002	
Determinar los costos de implementación del plan de emergencia.	❖ Método deductivo	❖ Indagación documental ❖ Cotización de costos de bienes/servicios	❖ Fichas técnicas de bienes /servicios	Obtención de costos de implementación

Fuente: (Elaboración propia, 2024)

DESARROLLO

2.1. MARCO TEÓRICO (CONCEPTUAL Y CONTEXTUAL)

2.1.1. Marco conceptual

Brigada de Emergencia: Grupo de trabajadores organizados debidamente entrenados y capacitados para actuar antes, durante y después de una emergencia en la institución. A este grupo se les denomina brigadistas, todos los integrantes se desempeñan como promotores del área preventiva y actúan en caso de una emergencia. (Social M. d., 2023)

Emergencia: Situación de peligro o desastre o la inminencia del mismo, que afecta el funcionamiento normal de la empresa o establecimiento laboral. Requiere de una reacción inmediata y coordinada de los trabajadores, brigadas de emergencias y primeros auxilios y en algunos casos de otros grupos de apoyo dependiendo de su magnitud. (Social M. d., 2023)

Plan de Emergencia: Es un documento escrito que contienen el conjunto de acciones que una organización encamina para hacer frente a una emergencia. Abarca tres escenarios: Escenario Preventivo (adopción de medidas preventivas para minimizar el potencial daño), el escenario de Mitigación (Adopción de las medidas para contener o evitar mayores daños cuando una situación de emergencia ocurre); y finalmente, el escenario de Remediación o rehabilitación (que es el conjunto de medidas adoptadas para volver al escenario inicial antes que ocurra una situación de emergencia) incrementar un requisito para aclarar que es un plan de remediación. (IBNORCA, 2018)

Inducción en SST: Proceso mediante el cual se informa al personal nuevo y externo sobre aquellos temas relevantes en seguridad y salud en el trabajo que deben cumplir dentro de la empresa o establecimiento laboral. (Social M. d., 2023)

Identificación de Situaciones de Emergencia: Es un proceso sistemático y recurrente para identificar posibles emergencias de origen natural o antropogénico en función a las características particulares de cada organización.

Emergencia significativa: Es una emergencia identificada en un proceso de evaluación que requiere acciones de gestión priorizadas.

Antropogénico: Situación provocada por las actividades humanas. (IBNORCA, 2018)

Peligro: Fuente o situación con capacidad de producir daño en términos de lesiones, daños a la propiedad, daños al medio ambiente o una combinación de ellos.

Riesgo: Combinación de la probabilidad de que ocurra un suceso o exposición peligrosa y la gravedad de las lesiones del daño o deterioro de la salud, que puede el dicho suceso o la exposición. (Social M. d., 2023)

Incidente: Suceso que surge del trabajo o en el transcurso del trabajo que podría tener o tiene como resultado lesiones o deterioro en la salud. (Internacional, 2018)

Riesgos biológicos: Riesgos Biológicos a la exposición a virus, hongos, parásitos o bacterias que pueden dar lugar a la aparición de enfermedades de diversa naturaleza. Este tipo de riesgos se encuentran en escuelas, guarderías, colegios y universidades, hospitales, laboratorios, personal de emergencias, residencias de ancianos o diversas ocupaciones al aire libre. (CTAIMA, 2023)

Riesgos Físicos: Los riesgos físicos pueden ser los menos obvios. A pesar de su nombre, los riesgos físicos no siempre son algo que se pueda ver o tocar. Los riesgos físicos afectan a los trabajadores en condiciones climáticas extremas o entornos de trabajo nocivos.

Riesgos Químicos: Las sustancias químicas penetran en el organismo principalmente por inhalación, absorción de la piel o ingestión. Los contaminantes químicos pueden estar presentes en: productos de limpieza, pinturas, ácidos, disolventes, vapores y humos que provienen de la soldadura, gases, materiales inflamables, carburantes, solventes, explosivos, pesticidas, etc.

Riesgos ambientales: Este tipo de riesgos están vinculados a fenómenos naturales como el calentamiento global y sus efectos, cada vez más impredecibles y extremos. Identificación y evaluación de situaciones de emergencia.

2.1.2. Marco teórico

Identificación de Situaciones de emergencia de origen natural

De acuerdo a lo señalado a la norma NB157002 señala que ara la identificación de situaciones de emergencia de origen natural, la organización debe buscar “los posibles eventos” de emergencia natural en fuentes de información tales como:

- ❖ Mapas de riesgos locales, departamentales o nacionales.
- ❖ Registro de eventos naturales históricos.
- ❖ Consultas a la población para la síntesis de posibles eventos.
- ❖ Consultas a instituciones de manejo de desastres, nacionales internacionales.
- ❖ Consultas a organismos oficiales del estado.
- ❖ Hemerotecas, otros centros de información.

Para la identificación del área de influencia de la amenaza de origen natural, se traza en un mapa el área de afectación, en caso que la organización mantenga operaciones en esta área se concluye que esta es una posible situación de emergencia de origen natural en el ámbito de operaciones de la organización. Solamente son consideradas aquellas potenciales situaciones de emergencia que han tenido data histórica de ocurrencia en el área de operación de la organización. Se debe confeccionar un listado de estas potenciales situaciones de emergencia de origen natural.

Metodología de evaluación de situaciones de emergencia natural

El método propuesto para la evaluación de situaciones de emergencia está dado por la fórmula:

$$PEN = \int (A \times V)$$

Dónde:

PEN = Potencial de Emergencia Natural

A = Amenaza de origen natural en el área de influencia de la organización

V = Vulnerabilidad intrínseca de la organización ante la amenaza

* La relación PEN y vulnerabilidad es inversamente proporcional.

Los valores que pueden tener estos factores son:

Amenazas de origen natural en el área de influencia de la organización

Dado que la Amenaza natural no sigue un patrón de ocurrencia uniforme en el tiempo, así como la probabilidad de ocurrencia no significa que esta pueda o no suceder en escenarios futuros, el valor de la amenaza debe ser constante. Este valor se mantiene en la ecuación para luego determinar el valor de la PEN en función a la vulnerabilidad.

Vulnerabilidad

La vulnerabilidad está dada por los siguientes valores:

Tabla 2 *Criterios de Determinación de Vulnerabilidades para amenazas de origen natural*

VULNERABILIDAD	INTERPRETACIÓN
ALTA	La organización no ha realizado esfuerzos suficientes y tangibles para mitigar las consecuencias de la amenaza. La organización no documenta, implementa o gestiona los esfuerzos para mitigar el impacto de la amenaza de origen natural. La organización no ha definido un plan de emergencias para mitigar los efectos de la amenaza natural. Los miembros de la organización desconocen las medidas de mitigación, el plan de emergencias y las acciones antes, durante y después de la ocurrencia de una amenaza natural.
MEDIA	La organización ha tratado de gestionar los efectos de la amenaza en una manera aislada o poco organizada. La organización no documenta, implementa o gestiona los esfuerzos para mitigar el impacto de la amenaza de origen natural. La organización ha definido un plan de emergencias para mitigar los efectos de la amenaza natural, el cual no se pone en práctica a través de ensayos.

	periódicos o simulacros. Los miembros de la organización desconocen las medidas de mitigación, el plan de emergencias y las acciones antes, durante y después de la ocurrencia de una amenaza natural.
BAJA	La organización gestiona activamente los efectos de la amenaza natural en sus operaciones. La organización documenta, implementa y gestiona los esfuerzos para mitigar el impacto de la amenaza de origen natural. La organización ha definido un plan de emergencias para mitigar los efectos de la amenaza natural, el cual se pone en práctica a través de ensayos periódicos o simulacros. Los miembros de la organización conocen y aplican las medidas de mitigación, el plan de emergencias y las acciones antes, durante y después de la ocurrencia de una amenaza natural.

Fuente: (IBNORCA, 2018)

Identificación de Situaciones de Emergencia de origen Antrópico

A diferencia de los riesgos de origen natural, la probabilidad de ocurrencia de una situación de emergencia depende de las condiciones propias de la organización.

Para la identificación de situaciones de emergencia de origen antrópico, la organización puede usar las siguientes herramientas:

- ❖ Matrices de Aspecto e Impactos Ambientales (potenciales).
- ❖ Matrices de Peligros y riesgos, de su Sistema de Gestión SySO.
- ❖ Registro de Eventos de emergencia anteriores o pasados.
- ❖ Incidentes relacionados a emergencias en la organización.
- ❖ Evaluaciones específicas de riesgos de emergencias (Como Fire Risk Assesments, carga de fuego, simulación de Bleves, cálculo de carga de fuego y otros).

Todas estas situaciones deben ser consideradas para la evaluación de las posibles situaciones de emergencia.

Metodología de evaluación de situaciones de emergencia antrópicas

El método propuesto para la evaluación de situaciones de emergencia está dado por la fórmula:

$$PEA = \int(PXC)$$

Donde:

PEN = Potencial de Emergencia de Origen Antrópico.

P = Probabilidad de ocurrencia de la situación de emergencia en el área de influencia de la organización.

C = Consecuencias en términos de daños humanos, al medioambiente, materiales y de valor cultural o patrimonio histórico.

Los valores que pueden tener estos factores son:

Probabilidad de Ocurrencia

Tabla 3 *Valores para la probabilidad de ocurrencia en situaciones de emergencia antrópicas*

PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	INTERPRETACIÓN
POSIBLE	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Evento que nunca ha sucedido, pero los métodos de evaluación de riesgo no descartan su ocurrencia. ❖ Los controles preventivos implementados por la organización son completamente efectivos para evitar que la situación de emergencia salga de control. ❖ Los controles preventivos son monitoreados y se garantiza su fiabilidad a través de la inspección, prueba y mantenimiento.

PROBABLE	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Evento ya ocurrido en el lugar o en unas condiciones similares. ❖ Los controles preventivos implementados por la organización no son efectivos. ❖ No se monitorea los controles preventivos ni se garantiza su fiabilidad a través de las inspecciones, pruebas y/o mantenimiento de los mismos.
INMINENTE	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Evento ya ocurrido con anterioridad en la organización. ❖ No se implementan, controlan ni mantienen controles preventivos en la organización.

Fuente: (IBNORCA, 2018)

Posibles consecuencias

Tabla 4 *Valores para las consecuencias en situaciones de emergencia antrópicas*

CONSECUENCIAS	INTERPRETACION
GRAVE	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Atentar de manera directa con la vida de las personas que forman parte de la población. ❖ Producir impactos ambientales irreversibles o con un tiempo de remediación largo y costoso. ❖ Daños a la propiedad equivalentes al 50% o más de la misma. ❖ Pérdida total de la continuidad del negocio en periodos mayores a 1 semana. ❖ Daños patrimoniales, históricos o culturales irreversibles.
MODERADA	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Generar lesiones incapacitantes y/o permanentes en las personas que forman parte de la población. ❖ Producir impactos ambientales reversibles en el mediano plazo a un costo accesible para la organización. ❖ Daños a la propiedad equivalentes entre el 25% y el 49% de la misma. ❖ Pérdida de la continuidad del negocio que se puede subsanar en un plazo no mayor a una semana. ❖ Daños patrimoniales, históricos o culturales reversibles.

LEVE	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Generar daños o lesiones con incapacidad temporal (menos a 6 meses) en las personas que forman parte de la población. ❖ Producir impactos ambientales fácilmente reversibles. ❖ Daños a la propiedad menores al 5% de la misma. ❖ No existe pérdida de la continuidad del negocio. ❖ No hay posibilidad de daños patrimoniales, históricos o culturales.
-------------	--

Fuente: (IBNORCA, 2018)

Nivel de jerarquización de situaciones de emergencia antrópicas

Tabla 5 *Evaluación de las situaciones de emergencia antrópicas*

PEA	PROBABILIDAD DE OCURENCIA		
CONSECUENCIAS	Posible	Probable	inminente
Leve	Baja	Media	Media
Moderada	Media	Media	Alta
Grave	Media	Alta	Alta

Fuente: (IBNORCA, 2018)

Planes de emergencia

Emergencia menor: Cualquier acontecimiento que sin poner en peligro la vida de las personas, representa riesgos de daños al medio ambiente y/o a la propiedad y que se encuentra dentro de la capacidad de control de la organización.

Emergencia mayor: Es cualquier ocasión que ponga en peligro la vida de las personas, representa riesgo alto de daños al medioambiente y/o propiedad. Es aquel que rebasa los recursos internos de la organización.

Emergencia significativa: Es una emergencia identificada en un proceso de evaluación que requiere acciones de gestión priorizadas.

2.1.3. Marco Contextual

El relleno Sanitario fue el primero en funcionamiento en el departamento de Potosí ya que ni la capital departamental cuenta con esta estructura, está en funcionamiento desde el año 2013. Se encuentra en la localidad de Agua Chica aproximadamente a unos 7 kilómetros del municipio de Villazón.

Es importante destacar que el relleno sanitario carece de un plan de emergencias, lo que genera incertidumbre entre el personal encargado de su operación y gestión, así como en la comunidad circundante. Esta ausencia de un plan de contingencia adecuado expone al personal a riesgos potenciales y dificulta la capacidad de respuesta ante situaciones críticas como incendios, fugas de sustancias peligrosas o colapsos estructurales. Además, esta falta de preparación puede tener repercusiones negativas en la seguridad y el bienestar de la comunidad local, así como en el medio ambiente. Es fundamental abordar esta carencia y desarrollar un plan de emergencias integral que garantice la protección de todas las partes involucradas y la gestión eficaz de posibles crisis.

2.2. INFORMACIÓN Y DATOS OBTENIDOS

2.2.1. Recolección de residuos solidos

Proceso 01. Recolección

La Entidad Municipal de Aseo Villazón EMAVI, dependiente del Gobierno Autónomo Municipal, cuenta con 4 vehículos recolectores compactadores de residuos con una capacidad de 12m³ en buen estado y operando, en cada brigada de recolección se cuenta con 3 operarios, 1 chofer y 2 recolectores, por otra parte la recolección de los residuos orgánicos cuenta con un motocarro de capacidad de 500kg que se realiza por un operario, y finalmente se dispone de un carro refrigerador, específicamente, para la recolección de residuos hospitalarios con capacidad de 2m³ y dos personas encargadas un chofer y un recolector.

La recolección domiciliaria se realiza por el método esquina a esquina, en los días lunes, miércoles y viernes, y los mismos días se realiza la recolección diferenciada con 800 familias, en una ruta de recolección diferenciada, ubicada en el centro del área urbana. Por otra parte los

días martes, jueves, sábado y domingo se realiza la recolección de zona comercial para la misma se cuenta con 16 contenedores de 1,10 m³ de capacidad, ubicados estratégicamente en diferentes puntos del centro de la ciudad, próximos a los puntos de abasto, principales fuentes de generación no domiciliar. La recolección de los residuos hospitalarios se realiza una vez a la semana, los días jueves, se dispone una ruta que recorre la totalidad de los establecimientos de salud, consultorios privados y farmacias de la Ciudad.

Proceso 02. Transporte

Después de la recolección de los residuos sólidos, se realiza transporte de los mismos hasta el Relleno Sanitario de Agua Chica, donde para el transporte de los residuos el personal operativo de cada carro compactador debe asegurarse que no exista ninguna posibilidad de derrame de los residuos en la ruta de transporte hacia el relleno sanitario. Se transporta una distancia de 6,5 km, desde la salida de la ciudad, en dirección este por el camino de tierra que conecta con la comunidad de zona este del municipio y la Ciudad de Tarija, hasta llegar al relleno sanitario, en el sector de Agua Chica, sitio de disposición final de los residuos.

Al igual que en la recolección el transporte se realiza de manera diferenciada: los residuos comunes en carros compactadores, los residuos orgánicos en motocarro y los residuos hospitalarios en un carro refrigerador.

Proceso 03. Disposición final

La disposición de los residuos sólidos generados en la ciudad de Villazón se realiza en el Relleno Sanitario de Agua Chica, dentro del recinto el manejo de los residuos, pasa por diferentes etapas, una vez ingresado al relleno sanitario se debe realizar el control de ingreso de vehículo y personal, al mismo tiempo se realiza el pesaje de los vehículos en la báscula de pesaje, posteriormente se realiza la descarga en los sitios destinados para la descarga en las celdas de operación.

Una vez acumulados los residuos, se procede a la conformación de las celdas de operación con maquinaria pesada (tractor oruga) al mismo tiempo de conformar la celda se realiza la compactación de los residuos allí depositados y como última etapa en el proceso de

confinamiento de los residuos comunes es la cobertura de los mismo con material de tierra, utilizando como banco de material de préstamo el mismo material de las áreas de excavación y habilitación de celdas futuras.

La disposición final de los residuos generados en establecimientos de salud hospitales, veterinarias, laboratorio de Bromatología y clínicas particulares de la ciudad de Villazón, se realiza el confinamiento final en una celda de seguridad de residuos infecciosos, que cuenta con una impermeabilización de geomembrana de 1,5mm de espesor, de la misma manera para garantizar el ingreso de personas no autorizadas cuenta con un enmallado de malla gallinero (alambre galvanizada) de todo el perímetro de la celda de seguridad, el proceso de confinamiento es muy similar a la celda de residuos comunes con la diferencia de que los trabajos de compactación, cobertura se realiza manualmente por una persona encargada de la disposición final de este tipo de residuos.

Proceso 04. Compostaje

El compostaje es la descomposición biológica aerobia de los constituyentes orgánicos de los residuos sólidos, desarrollado bajo condiciones controladas en el cual intervienen varios tipos de microorganismos que requieren de humedad adecuada y substratos orgánicos heterogéneos. Mediante este proceso y después de 12 a 15 semanas se obtiene un producto orgánico, denominado compost, que se constituye en un abono.

Los residuos orgánicos recolectados de la ciudad de Villazón llegan hasta la compostera piloto que se encuentra en predios del Relleno Sanitario, la cantidad aprovechada en este proceso particular de compostaje en promedio es de 3,92 tn/mes de donde se obtiene como producto final el 40% del total de la materia orgánica, actualmente la elaboración de compost es de forma manual, para los procedimientos unitarios del proceso, que tarda un tiempo de descomposición de 90 a 105 días por las condiciones climáticas de la región.

2.2.2. Ubicación del relleno sanitario

El Relleno Sanitario de Agua Chica de Municipio de Villazón se encuentra ubicado en la zona este de la Provincia Modesto Omiste, del Departamento de Potosí. Colinda al norte con la

Comunidad de Matancillas, al Sur con la Quiaca República Argentina, al Este con la comunidad de Yanalpa, al Oeste con la ciudad de Villazón, ver **ANEXO 1**.

2.2.3. Misión y Visión de E.MA.VI.

Misión

Prestar un servicio público de calidad en el manejo de Residuos Sólidos, a través de la Planificación y Ejecución creativa e innovadora de tecnologías acorde al servicio, impulsando en la población un cambio de actitud en el diario vivir el cual este dirigido al respeto por el medio ambiente en el que vivimos, Utilizando conceptos de Gestión Integral de Residuos Sólidos.

Visión

Alcanzar niveles de Eficiencia y Estándares de Calidad, óptimos en la prestación del Servicio de Aseo Urbano a partir de la Gestión Integral de Residuos Sólidos, llegando a garantizar un Medio ambiente sano y saludable con procesos sostenibles, socialmente incluyentes, para el buen vivir de los Ciudadanos de Villazón. (E.M.A.VI., Gobierno Autónomo Municipal de VILLAZON - Recojo de Basura, 2023)

2.2.4. Descripción del proceso del relleno sanitario

La disposición de los residuos sólidos generados en la ciudad de Villazón se realiza en el Relleno Sanitario de Agua Chica, dentro del recinto el manejo de los residuos, pasa por diferentes etapas, una vez ingresado al relleno sanitario se debe realizar el pesaje de los vehículos en la báscula de pesaje, posteriormente se realiza la descarga en los sitios destinados para la descarga en las celdas de operación. Una vez acumulados los residuos se realiza la compactación con una tractor oruga como última etapa el confinamiento de los residuos comunes es la cobertura de los mismo con material de tierra, utilizando como banco de material de préstamo el mismo material de las áreas de excavación y habilitación de celdas futuras.

2.2.5. Organigrama de E.M.A.VI.

La entidad de E.M.A.VI. cuenta ya con un organigrama definido, que detalla las jerarquías del personal administrativo y operativo ver **ANEXO 2**.

2.2.6. Detalles de los componentes del relleno sanitario

Tabla 6 *detalles del personal del relleno sanitario*

CARGO	CANTIDAD DE TRABAJADORES	TURNO
Jefe	1	Diurno
Supervisor	1	Diurno
Choferes	4	Diurno y nocturno
Maquinistas	4	Diurno
Responsable de balanza	3	Diurno y nocturno
Obreros manuales	3	Diurnos
Porteros	1	Diurno y nocturno
TOTAL	17	

Fuente: (E.M.A.VI., Gobierno Autónomo Municipal de VILLAZON - Recojo de Basura, 2023)

2.2.7. Plano general relleno sanitario Agua Chica

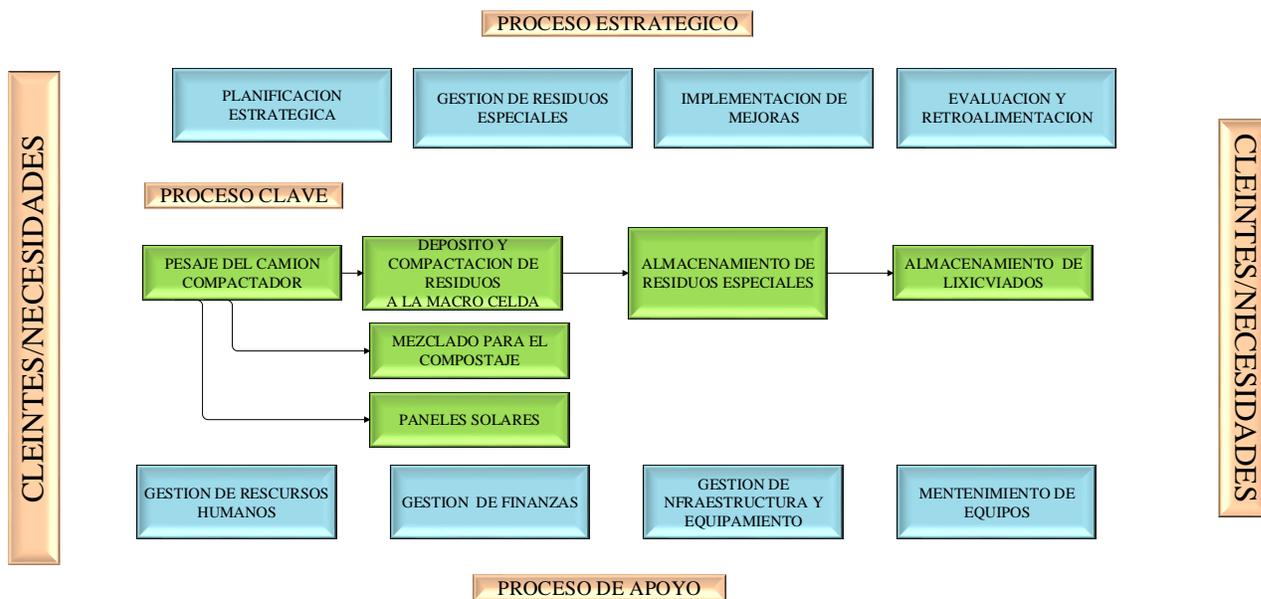
El relleno Sanitario cuenta con 4 macro celdas de los cuales la macro celda primera está completamente llena y tapada, la segunda es con un 70% llena de su totalidad actualmente se un pronóstico que el año 2023 ya debería llegar a su 100%, la macro celda tres en mucho más grande ya que su tamaño es aproximada a la suma de las dos anteriores celdas y tiene un pronóstico que será llenada hasta el 2028, la cuarta macro celda tiene un pronóstico de funcionamiento del 2028 al 2032 llegando a su totalidad ver **ANEXO 3**.

2.2.8. Layout del relleno sanitario

El relleno sanitario está comprendido por cuatro macro celdas, un almacenamiento de residuos especiales y lixiviados, una planta de compostaje y área de paneles solares se puede ver **ANEXO 4**.

2.2.9. Mapa de Procesos

Figura 2 Mapa de Procesos del relleno sanitario



Fuente: (Elaboración propia, 2024)

2.2.10. Identificación de Peligros

2.2.10.1. Pesaje del camión compactador

Figura 3 *Mapeo fotográfico del pesaje del camión compactador*



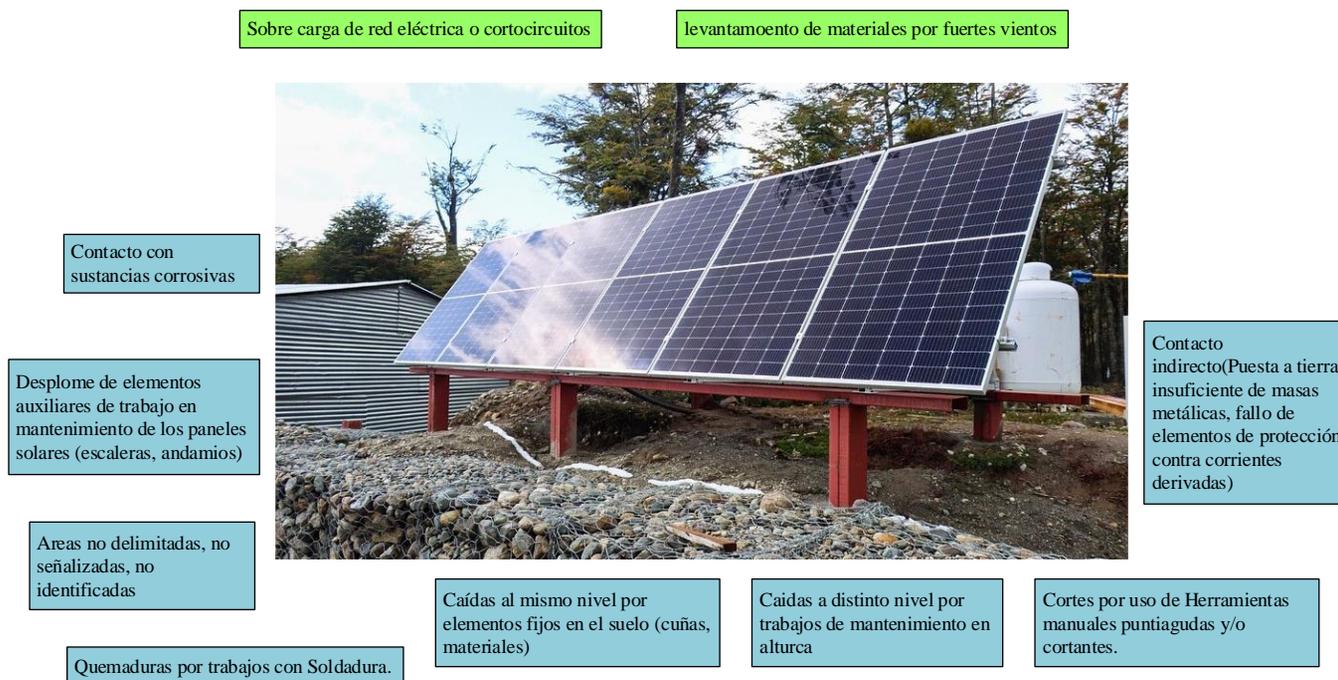
Choques o Vuelcos por material fuera de lugar

Interacción con Vehículos atropellamiento al personal

Fuente: (E.M.A.VI., Gobierno Autónomo Municipal de VILLAZON - Recojo de Basura, 2023)

2.2.10.2. Paneles solares

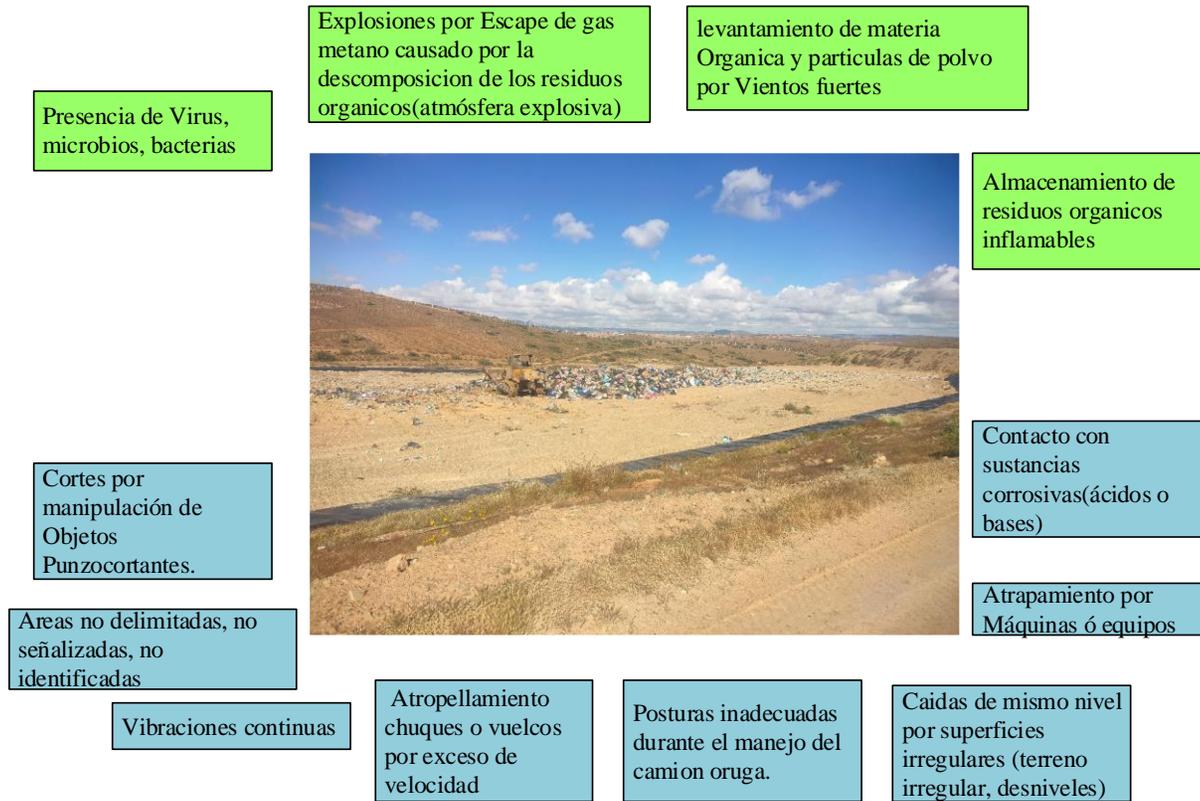
Figura 4 Mapeo fotográfico de paneles solares



Fuente: (E.M.A.VI., Gobierno Autónomo Municipal de VILLAZON - Recojo de Basura, 2023)

2.2.10.3. Depósito y compactación de residuos en la macro celda

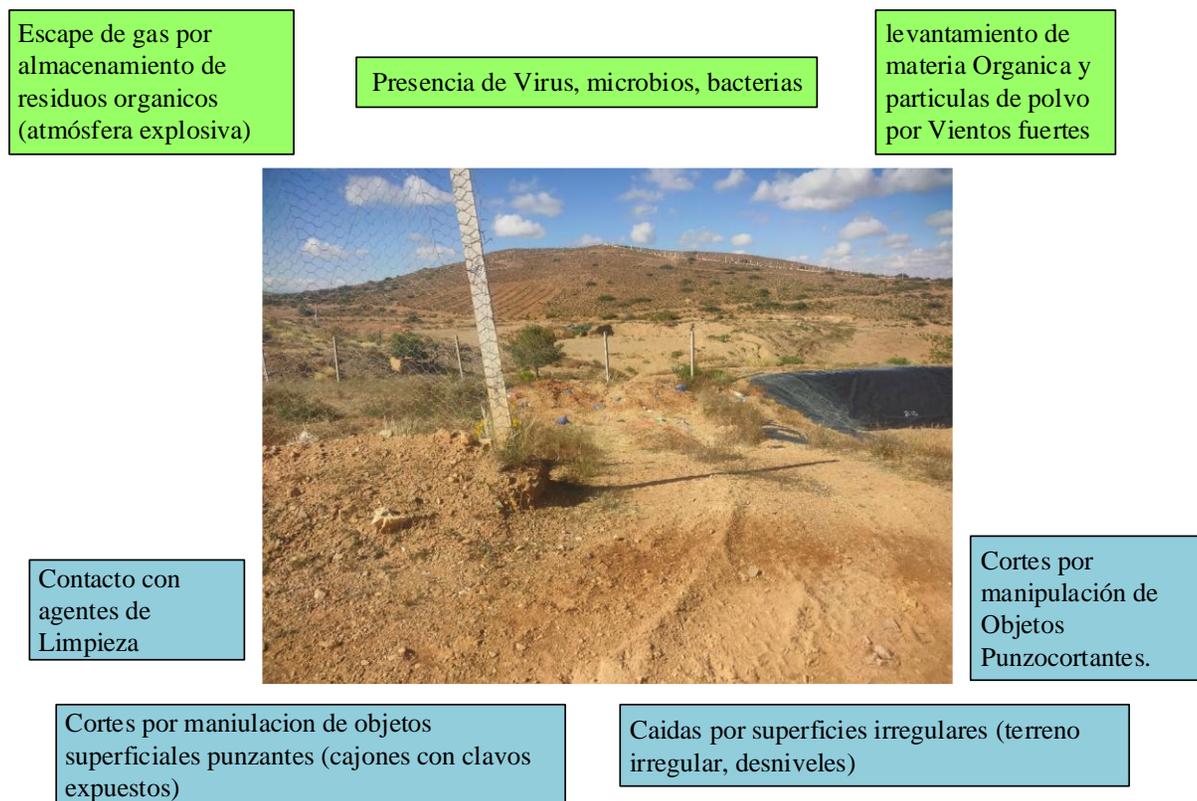
Figura 5 Mapeo fotográfico del depósito y compactación de residuos a la macro celda



Fuente: (E.M.A.VI., Gobierno Autónomo Municipal de VILLAZON - Recojo de Basura, 2023)

2.2.10.4. Almacenamiento de residuos especiales (jeringas, pastilla, etc.)

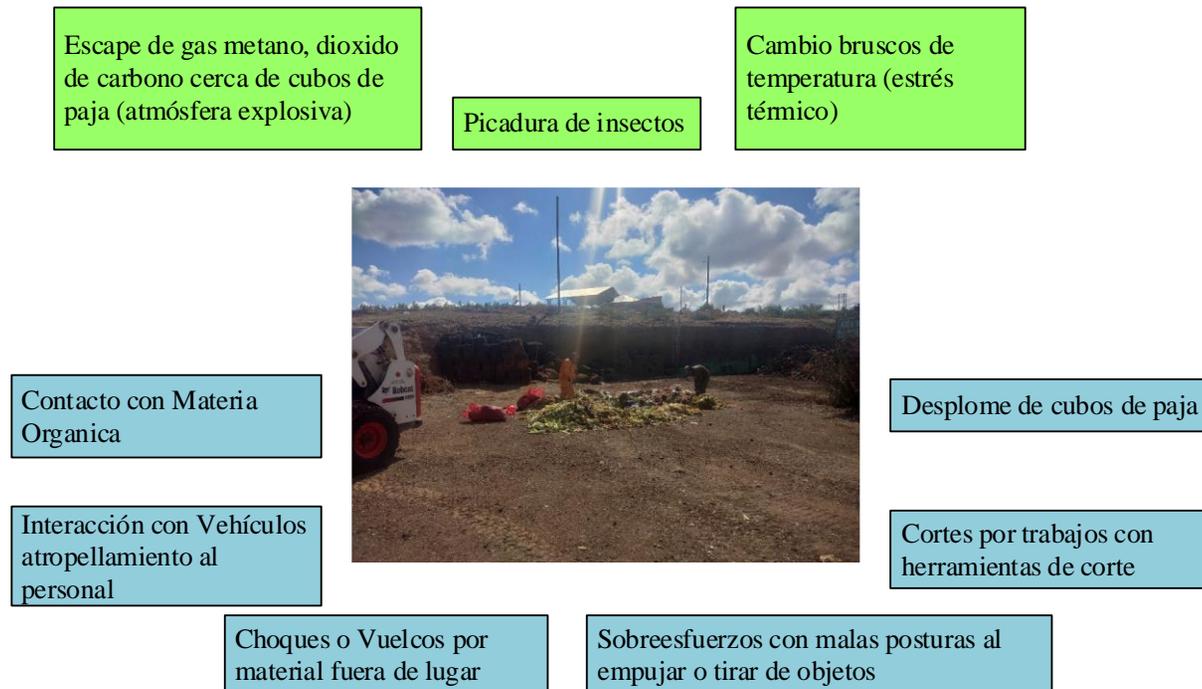
Figura 6 Mapeo fotográfico del almacenamiento de residuos especiales



Fuente: (E.M.A.VI., Gobierno Autónomo Municipal de VILLAZON - Recojo de Basura, 2023)

2.2.10.5. Mezclado para el compostaje (abono)

Figura 7 Mapeo fotográfico en mezclado de compostaje



Fuente: (E.M.A.VI., Gobierno Autónomo Municipal de VILLAZON - Recojo de Basura, 2023)

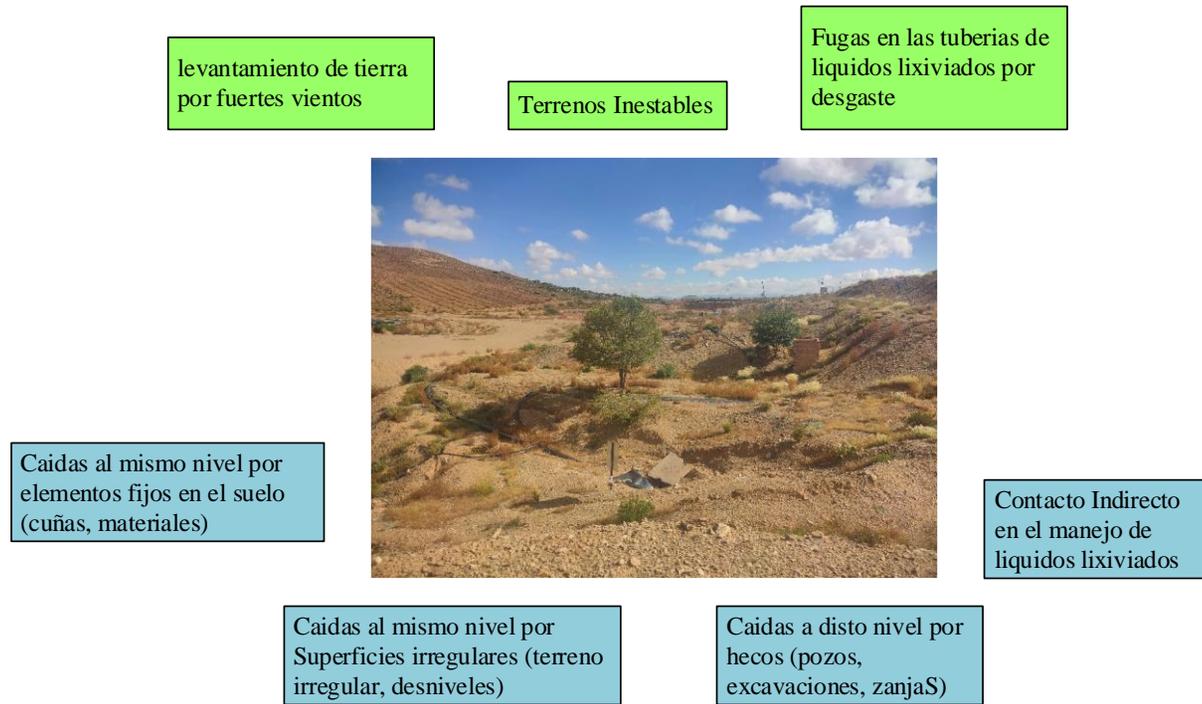
2.2.10.6. Almacenamiento de líquidos lixiviados

Figura 8 Mapeo fotográfico del almacenamiento de líquidos lixiviados



Fuente: (E.M.A.VI., Gobierno Autónomo Municipal de VILLAZON - Recojo de Basura, 2023)

Figura 9 Mapeo fotográfico del área de redes líquidos lixiviados



Fuente: (E.M.A.VI., Gobierno Autónomo Municipal de VILLAZON - Recojo de Basura, 2023).

La identificación de peligros y evaluación de riesgos se realizó por una matriz según la norma NB517002 elaboraciones de planes de emergencias donde se tomó en cuenta los procesos mostrados anteriormente ver **ANEXO 5**.

2.3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Tabla 7 Resultados significativos obtenidos de la identificación peligros y evaluación de riesgos de situaciones de emergencias

PROCESO	PELIGRO	RIESGO	TIPO	AMENZA	VULNERABILIDAD	AXV	PREVENCIÓN	PLAN DE ACCIÓN
Almacenamiento de lixiviados	Fugas de líquidos lixiviados	Ambiental	NATURAL	PROBABLE	ALTA	ALTA	Mantenimiento	Control de derrames de lixiviados
	Fugas en las tuberías de líquidos lixiviados por desgaste			PROBABLE	ALTA	ALTA	Mantenimiento	Control de derrames de lixiviados
Mezclado de compostaje	Picadura de insectos			Incendios	PROBABLE	ALTA	ALTA	EPP
	Escape de gas metano, dióxido de carbono cerca de cubos de paja (atmósfera explosiva)	PROBABLE			ALTA	ALTA	Carga de fuego	Control de incendios y plan de evacuación
Almacenamiento de residuos especiales	Presencia de Virus, microbios, bacterias	Biológico		PROBABLE	ALTA	ALTA	EPP	Control de primeros auxilios

PROCESO	PELIGRO	RIESGO	TIPO	PROBABILIDAD	CONSECUENCIA	PXC	PREVENCIÓN	PLAN DE ACCIÓN
Almacenamiento de lixiviados	Contacto con sustancias (líquidos lixiviados)	Químico	ANTRÓPICO	PROBABLE	GRAVE	ALTA	EPP	Control de primeros auxilios
Mezclado de compostaje	Contacto con Materia Orgánica	Biológico		PROBABLE	GRAVE	ALTA	EPP	Control de primeros auxilios
Paneles solares	Áreas no delimitadas, no señalizadas, no identificadas	Locativos		PROBABLE	GRAVE	ALTA	Señalización	Control de primeros auxilios
Almacenamiento de residuos especiales	Cortes por manipulación de Objetos Punzocortantes.	Físico		PROBABLE	GRAVE	ALTA	EPP	Control de primeros auxilios
	Cortes por manipulación de objetos superficiales punzantes (cajones con clavos expuestos)			PROBABLE	GRAVE	ALTA	EPP	Control de primeros auxilios

Fuente: (E.M.A.VI., Gobierno Autónomo Municipal de VILLAZON - Recojo de Basura, 2023)

A partir de esta matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos de situaciones de emergencia se tomó en cuenta las emergencias significativas para realizar medidas de prevención y planes de acción.

2.3.1. Medidas preventivas

Las medidas preventivas en un relleno sanitario se centran en la implementación de prácticas y procedimientos para minimizar el riesgo de accidentes o incidentes. Esto incluye la formación y capacitación del personal en seguridad, el mantenimiento regular de las instalaciones, señalización adecuada, el uso adecuado del EPP, así como la vigilancia constante de las condiciones del sitio. Al asegurar el cumplimiento estricto de estas medidas preventivas, se reduce la probabilidad de que ocurran situaciones de emergencia que requieran la activación de un plan de emergencias.

2.3.1.1. Medidas preventivas para el proceso de almacenamiento de lixiviados

❖ Tipo natural

Se recomienda realizar un mantenimiento periódico de las tuberías y una mejora en las piscinas de lixiviados y de esta forma evitar derrames hacia el río cercano o tierra del relleno sanitario.

❖ Tipo antrópico

Siempre que el personal se ponga en contacto con los lixiviados para sacar muestras, este debe utilizar el EPP adecuado que está bajo la norma NTS014/23 ver en **ANEXO 8**.

2.3.1.2. Medidas preventivas para el proceso de mezclado de compostaje(abono)

❖ Tipo natural

Para evitar las picaduras de insecto se debe usar repelentes como también el EPP adecuado en este proceso.

Para evitar el riesgo de incendios se realizó un estudio de carga de fuego teniendo como resultado dos extintores de tipo ABC presurizado con manómetro ver **ANEXO 6**.

❖ **Tipo antrópico**

El personal cunado entra en contacto con la materia orgánica está expuesto a múltiples enfermedades, la medida que se debe utilizar es el EPP adecuado ver **ANEXO 8**.

2.3.1.3. Medidas preventivas para el proceso de almacenamiento de residuos especiales

❖ **Tipo natural**

El personal cunado entra en contacto con los residuos especiales está expuesto a múltiples enfermedades, la medida que se debe utilizar es el EPP adecuado ver **ANEXO 8**.

❖ **Tipo antrópico**

El personal cunado entra en contacto con los residuos especiales está expuesto a cortes o lesiones de diferentes magnitudes y múltiples enfermedades, la medida que se debe utilizar es el EPP adecuado ver **ANEXO 8**.

2.3.1.4. Medidas preventivas para el proceso de paneles solares

❖ **Tipo antrópico**

Para la prevención de lesiones se debe contar con las señalizaciones bajo la norma RM/849/14 ver **ANEXO 9**, la cual debe estar tanto para este proceso como para todo el relleno, el personal debe estar informado de estas señalizaciones.

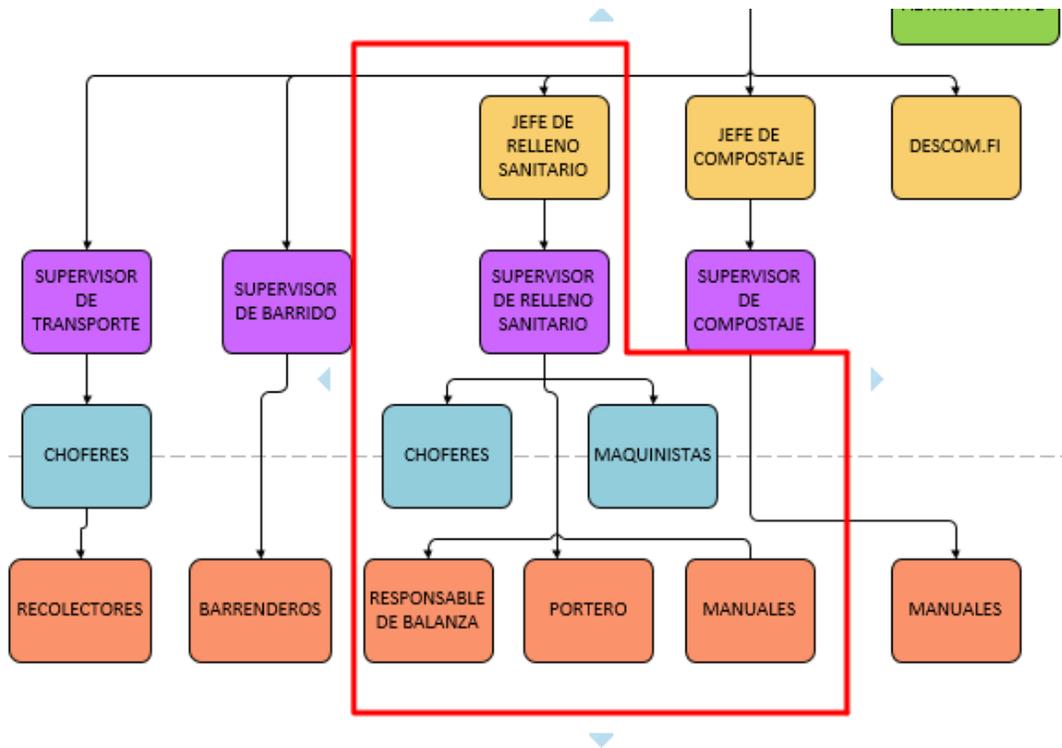
CAPITULO III: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1. RESULTADOS

3.1.1. PLANES DE ACCION PARA EL MANEJO DE EMRGENCIAS

3.1.2. Estructura del relleno sanitario

Figura 10 Organigrama del relleno sanitario



Fuente: (E.M.A.VI., Gobierno Autónomo Municipal de VILLAZON - Recojo de Basura, 2023)

3.1.3. Administración del plan de emergencias

Administración y funciones que cumplen los participantes de la emergencia

RESPONZABLE	FUNCIONES
Jefe del relleno sanitario	❖ Autorizar la ocupación de recursos necesarios para una emergencia

	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Aprobación de procedimientos y simulacros planteados ❖ Mantener comunicación con el personal y personas externas al relleno
Supervisor del relleno sanitario	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Supervisión de la implementación de las medidas. ❖ Definir y coordinar la operación del grupo de emergencia. ❖ Supervisión de la capacitación y entrenamiento ante emergencias. ❖ Realizar registros detallados de los accidentes ocurridos ❖ Actualizar procedimientos y capacitaciones antes emergencias.
Comité de emergencias: conformado por los choferes, maquinistas, manuales, responsable de balanza, manuales y el portero.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Dar a conocer la emergencia presentada. ❖ Promover el entrenamiento y actividades preventivas ❖ Contar con herramientas necesarias para contra arrestar la emergencia dada ❖ Hacer una evaluación de las causas de la emergencia
Brigada de emergencia	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Colaborar con la emergencia dada ❖ Ayudar con las capacitaciones al personal ❖ Prestar primeros auxilios al personal del relleno ❖ Inspección del área afectada para seguir con las actividades del relleno ❖ Elaboración de un informe de la emergencia presentada

Fuente: (elaboración propia, 2024)

3.1.3.1. Plan de acción para derrames de lixiviados

Objetivo plantear actividades de control y respuesta ante una situación de derrame de lixiviados en el proceso de almacenamiento piscina de lixiviados.

Responsables supervisor del relleno sanitario.

Acciones antes de la emergencia

- ❖ Hacer controles de las propiedades de los lixiviados al menos una vez al mes.
- ❖ Señalización de las áreas donde se encuentra los lixiviados.
- ❖ Supervisión de los procedimientos de transporte de los lixiviados de las macro celdas a la piscina de lixiviados como también cuando ya se encuentra en está.

Durante la emergencia

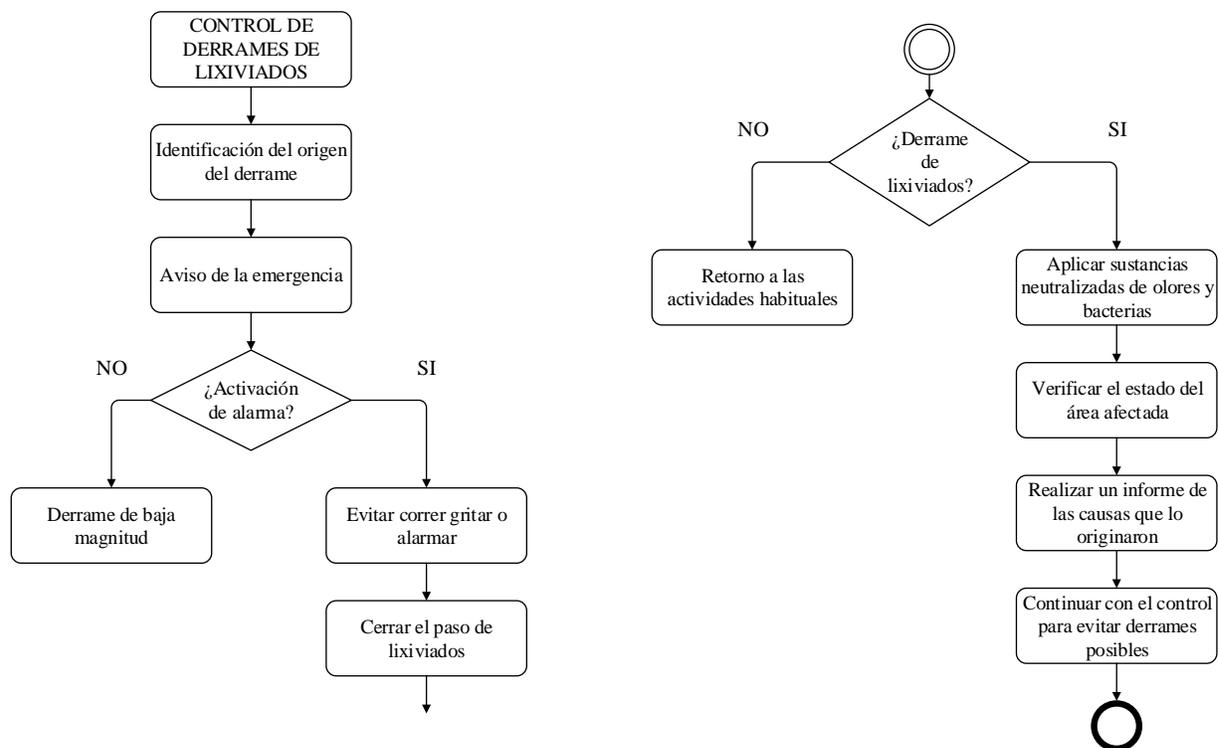
- ❖ Aviso de la emergencia con una alarma de emergencia.
- ❖ Evitar correr gritar o alarmar y causar pánico.
- ❖ Cerrar el paso de los lixiviados.
- ❖ Aplicar sustancias neutralizadas de olores y bacterias.

Después de la emergencia

- ❖ Una vez pasado la emergencia verificar el estado del área afectada.
- ❖ Realizar un informe de las causas que originaron la emergencia.
- ❖ Continuar con el control para evitar derrames posibles.

Procedimiento general para el control de un derrame de lixiviado

Tabla 8 Procedimiento para el control de un derrame de lixiviado



Fuente: (Elaboración propia, 2024)

3.1.3.2. Plan de acción para control de incendios

Objetivo plantear actividades de control y respuesta ante una situación de incendio a causa de residuos orgánicos que expulsan gases en el proceso de mezclado de compostaje.

Responsables supervisor del relleno sanitario y brigada de emergencias.

Antes de la emergencia

- ❖ El supervisor del relleno sanitario deberá definir un cronograma anual de capacitación sobre el control de incendios en las instalaciones con mayor prioridad para el proceso de mezclado de compostaje.

- ❖ Dar a conocer las medidas preventivas como la señalización de prohibición de fumar para evitar incendios.
- ❖ Realizar un mantenimiento de los equipos contra incendios (extintores).
- ❖ Realizar monitoreo del gas (metano) expulsado por la materia orgánica.

Durante la emergencia

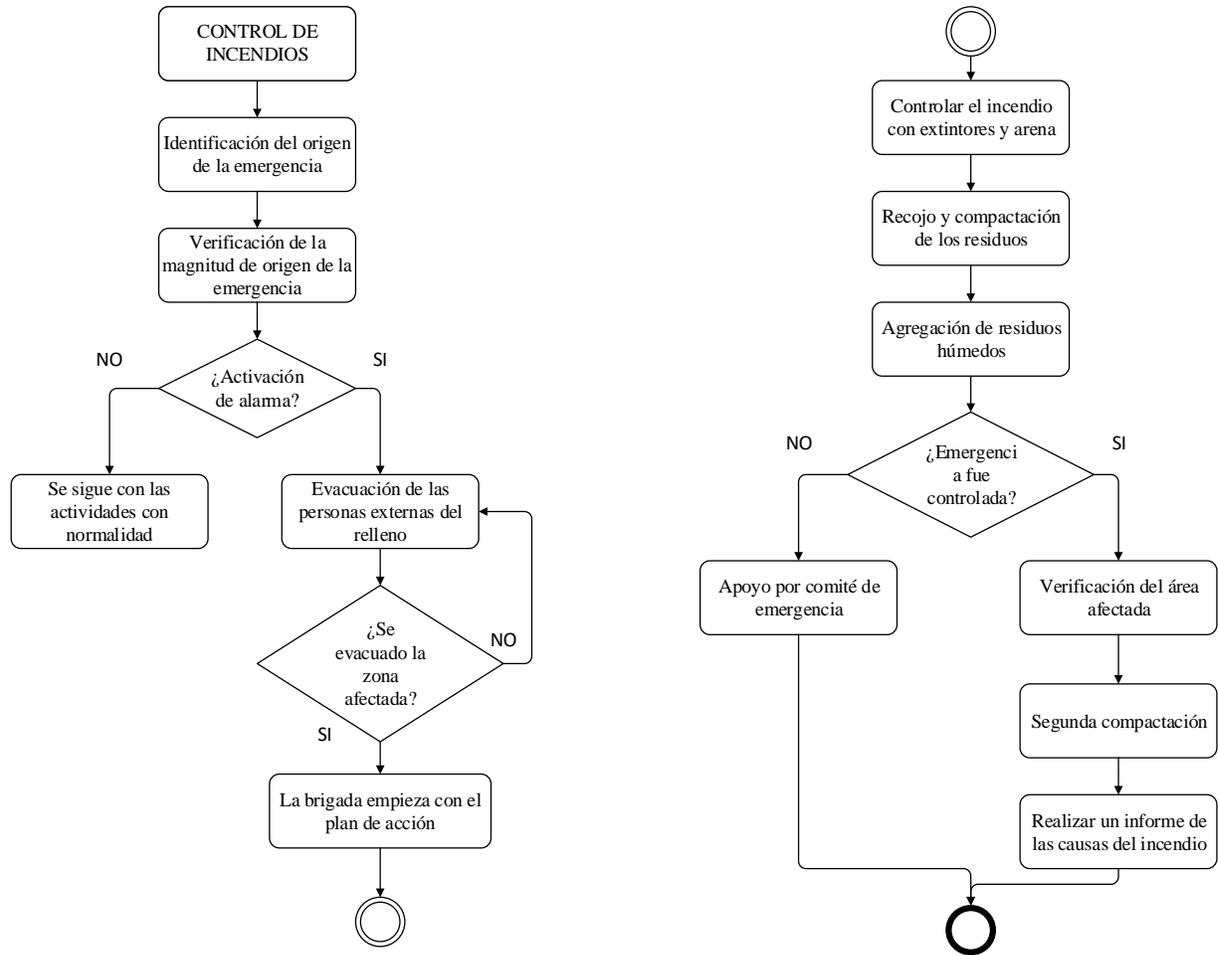
- ❖ Identificación el origen de la emergencia.
- ❖ Verificación la magnitud del incendio para ver si solo con la brigada de emergencia logran controlar el incendio.
- ❖ Activación de la alarma y activación de la brigada de emergencia para el control de incendios.
- ❖ La brigada empezará con el plan de acción, la primera actividad será del uso del extintor también se usará arena con palas y baldes sobre el incendio y así evitar la expiación de gases y oxígeno hacia los cubos de paja.
- ❖ Verificar si el humo que sale sea vapor de agua en su mayoría.
- ❖ Recojo y compactación de los residuos con una tractor oruga cubriendo con tierra la zona afectada.
- ❖ Siguiendo con la actividad se debe agregar residuos húmedos en toda el área afectada así se asegurará que no exista la expansión de fuego.
- ❖ Si en este punto no se logró controlar el fuego se deberá pedir ayuda al comité de emergencias, el municipio de Villazón cuenta con COEM (comité de operaciones de emergencias municipales).

Después de la emergencia

- ❖ Una vez pasado la emergencia verificar el estado del área afectada.
- ❖ Pasar una segunda vez con la tractor oruga para compactar el área afectada y así evitar futuros incendios.
- ❖ Realizar un informe de las causas que originaron la emergencia.

Procedimiento general para el control de un incendio

Tabla 9 Procedimiento para el control de incendio



Fuente: (elaboración propia, 2024)

Selección de extintores

Clase de fuego bajo de la norma NFPA10

En el relleno sanitario tenemos clase A y B porque en el proceso de compostaje se tiene sólidos (material orgánico) estos pertenecen a la clase A, estos mismo desprende gases como el dióxido de carbono y metano los cuales entran a la clase B.

El extintor elegido para el tipo de fuego A y B es el extintor de tipo ABC compuestos internamente por polvo químico multipropósito (fosfato de amonio al 95%), este tiene que ser presurizado con manómetro.

Con nivel de riesgo medio un tipo de fuego A, una superficie de 650m² se obtiene de tablas ver en **ANEXO 7**.

3.1.3.3. Plan de acción para evacuación de personas externas al relleno sanitario

Objetivo Definir las actividades y procedimientos cuando se presente una emergencia y se necesite evacuar, con el fin de que todas las personas externas al relleno sean resguardadas en un sitio seguro fuera de las instalaciones.

Responsabilidades Supervisor del relleno sanitario y brigada de emergencia.

Antes de la emergencia

- ❖ El relleno debe tener un plano actualizado que muestre las rutas de evacuación ver en **ANEXO 10**.
- ❖ Todo el personal del relleno y personas externas que se encuentren de visita en el relleno deben estar informados de las señales de alarma.
- ❖ Todo el personal debe tener conocimiento del procedimiento general de derrame de lixiviados y de incendios.

Durante la emergencia

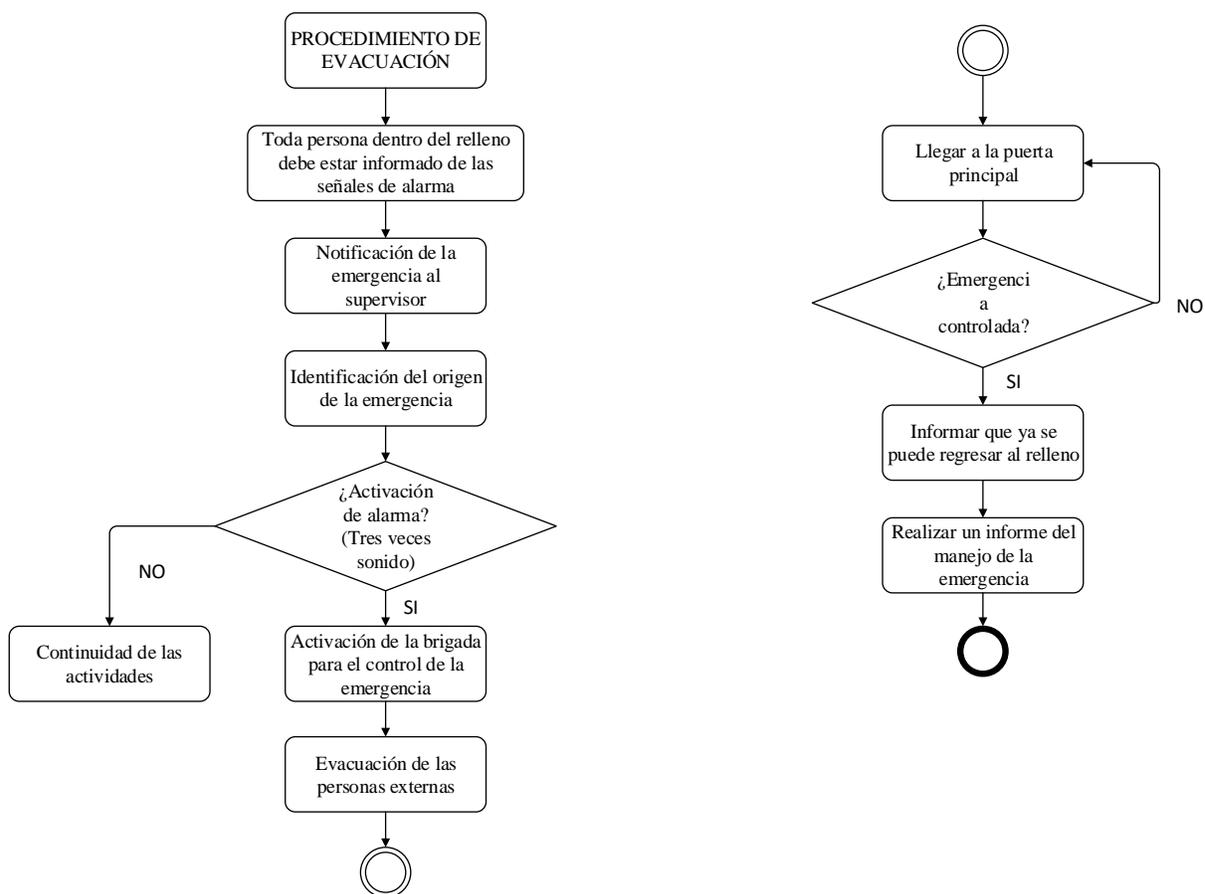
- ❖ identificar el área de emergencia e informar al supervisor del relleno.
- ❖ Activación de alarma tres sonidos de alarma o tres pitazos.
- ❖ La brigada debe realizar el procedimiento según la emergencia.
- ❖ Las personas externas al relleno deberán iniciar el proceso de evacuación y salida hacia la puerta principal del relleno sin correr ni gritar primero saldrán niños luego mujeres y por último los hombres.

Después de la emergencia

- ❖ Una vez controlada la emergencia el supervisor del relleno informara que pueden retornar con normalidad al relleno.
- ❖ Realizar un informe sobre el manejo de la emergencia.

Procedimiento general para el control de evacuación de personas externas al relleno

Tabla 10 *Procedimiento para la evacuación de personas externas al relleno*



Fuente: (Elaboración propia, 2024)

Puntos de encuentro

Tabla 11 Puntos de encuentro

PUNTO DE ENCUENTRO	LOCALIZACION	TIPO DE EMERGENCIA
Punto de encuentro 1	Sala de reunión	Emergencia menor
Punto de encuentro 2	Opción 1 Sala de reunión Opción 2 puerta principal	Emergencia mayor
Punto de encuentro 3	Puerta principal	Emergencia significativa

Fuente: (Elaboración propia, 2024)

Emergencia menor el punto de encuentro para esta emergencia era la sala de reunión por que se encuentra un botiquín donde se atenderá casos de cortes por manejo de material punzo cortante, también se atenderá casos de picaduras de insectos.

Emergencia mayor el punto de encuentro opción 1 será la sala de reunión por accidentes de tener contacto menor con lixiviados o tener algún accidente por falta de señalización, en caso de incendio se tomará en la opción 2 la puerta principal.

Emergencia significativa el punto de encuentro será puerta principal esto será por que el personal o el rio cercano tendrá contacto mayor con lixiviados.

Selección de alarma

DETALLE	ESPECIFICACIONES
Marca	DSC
Modelo	SD-30W 
Meses de garantía	12 meses

Fabrica en plásticos	ABS
Nivel de sonido	122 DB
Potencia	6-12 DC
Corriente	1000 ma
Dimensiones	8" x 5,5" x 9"
Tonos	2

Fuente: (elaboración propia, 2024)

Niveles de activación de alarma

El sistema de alarma son sonidos acústicos diseñados para despertar nuestra atención y reacción ante posibles peligros o emergencias. Estos sonidos actúan como señales de advertencia que nos instan a estar vigilantes y listos para actuar rápidamente, permitiéndonos tomar medidas para proteger la vida y la propiedad en situaciones críticas.

ALARMA es un comunicado inmediato emitido tras la detección de una emergencia, con el propósito de iniciar el plan de emergencia o la evacuación de personas externas al relleno sanitario.

- ❖ Escuchar un sonido de alarma o un pitazo esto indicara que el personal debe estar atento por posibles emergencias.
- ❖ Escuchar dos sonidos de alarma o dos pitazos esto indicara que el personal debe estar listo para la activación de un plan de acción ya sea de derrame de lixiviados o incendio, las personas externas al relleno ya deben estar listas para comenzar la evacuación a la puerta principal.
- ❖ Escuchar tres sonidos de alarma o tres pitazos indicara que la brigada comenzara con sus actividades para controlar la emergencia y el personal externo debe comenzar con la evacuación hacia la puerta principal.

3.1.3.4. Plan de acción para el control de primero auxilios

Objetivo determinar las actividades que se debe tomar, cuando se presente una situación de emergencia médica básica como un corte leve en las actividades que realizan el personal del relleno sanitario ver en el **ANEXO 11**.

Responsabilidad Supervisor del relleno y brigada de emergencia.

Antes de la emergencia

- ❖ Contar con un botiquín de primero auxilios y recursos necesario para este tipo de emergencia.
- ❖ La brigada de emergencia debe estar informado de cómo debe actuar en caso de alguna emergencia de medicina básica por medio de una capacitación.

Durante la emergencia

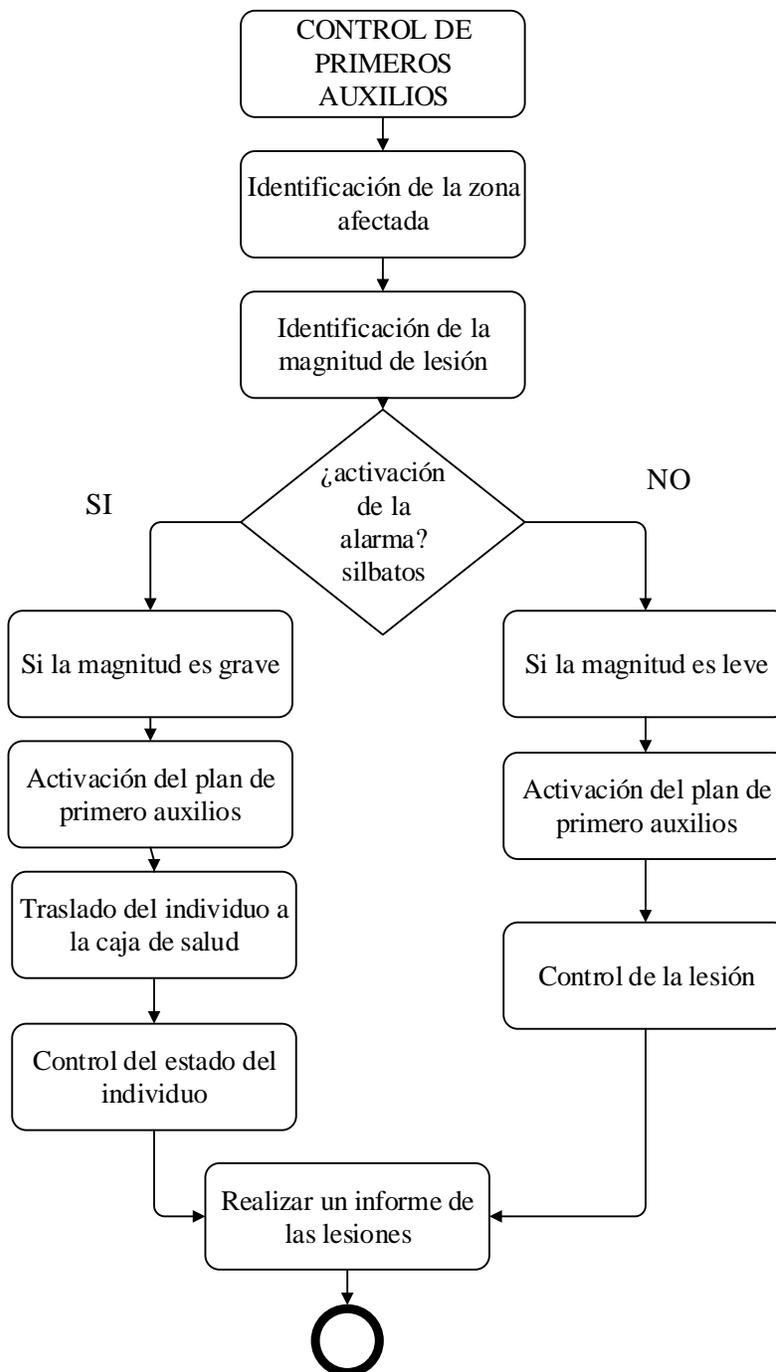
- ❖ Identificación de la zona afectada y notificar al supervisor del relleno.
- ❖ Identificar la magnitud de la emergencia para decir si se puede atender por los brigadistas o si es necesario trasladar a una institución de apoyo como la caja nacional de Villazón.
- ❖ Activación del plan de primero auxilios, por los brigadistas de emergencia que proceden con los siguientes pasos.
- ❖ En caso de que el corte sea grave se procede al traslado del individuo a la caja nacional de salud.

Después de la emergencia

- ❖ El supervisor debe controlar las vacunas que el personal debe aplicarse
- ❖ Evaluación del procedimiento de primeros auxilios
- ❖ Si en caso el individuo fue trasladado a la caja de salud se deberá realizar un control de su estado y realizar un informe del caso

Procedimiento general para el control de primeros auxilios

Tabla 12 Procedimiento general para el control de primeros auxilios



Fuente: (Elaboración propia, 2024)

Identificación de instituciones de apoyo

El relleno sanitario se beneficia de una sólida colaboración con el Hospital San Roque y la Caja Nacional de Seguro para Accidentes, entidades que aportan recursos y respaldo logístico para su operación eficiente. Esta alianza estratégica asegura el acceso a servicios médicos y de seguridad laboral para el personal involucrado. Además, se ha establecido una estrecha coordinación con las autoridades policiales locales, quienes trabajan en conjunto para de respuesta ante posibles incidentes, como robos, garantizando así un ambiente seguro y protegido en las instalaciones del relleno sanitario.

CENTRO DE ATENCIÓN	DIRECION	TELEFONO
CENTROS DE SALUD		
HOSPITAL SAN ROQUE	Av. Tumusla	(591) 25974031
Caja nacional de salud	Calle Suipacha entre Donaciano Ibáñez	
POLICIAL		
Comando policial de frontera Villazón	Calle Tarija entre Suipacha	911

Fuente: (Elaboración propia, 2024)

3.1.4. Costos de implementación de emergencia

3.1.4.1. Costo de la implementación del plan de emergencias

DETALLE	COSTO UNITARIO (Bs/unid)	CANTIDAD (unid)	COSTO TOTAL
EXTINTORES	200	2	400
SILBATO	10	15	150
ALARMA	700	1	700
CAPACITACIONES	70	15	1050
SEÑALIZACION	50	46	2300
EPP		36	8072

BOTIQUIN DE PRIMERO AUXILIOS	1	500	500
			13172

Fuente: (Elaboración propia, 2024)

3.1.4.2. Costos de Equipo de protección personal

Tabla 13 Costos de equipamiento EPP

DETALLE	COSTO UNITARIO (Bs/unid)	CANTIDAD (unid)	COSTOS SEMESTRAL	COSTO ANUAL
Casco clase E	120	1	120	240
Plantilla dieléctrica	80	1	80	160
Orejas	150	2	300	600
Guantes de fibra	60	2	120	240
Botas dieléctricas	280	1	280	560
Ropa reflectante	160	3	480	960
Casco	160	2	320	640
Mascarilla desechable	7	3	21	42
Respirador desechable	7	5	35	70
Guantes antideslizantes	60	2	120	240
Botas punta de acero	280	2	560	1120
Cofia	30	3	540	1080
Guantes de nitrilo	50	2	400	800
Botas de gomas y punta de acero	100	3	300	600
Traje de impermeable	100	3	300	600
Lentes anti empaño	60	1	60	120
Total		36	4036	8072

Fuente: (Elaboración propia, 2024)

3.1.4.3. Costos de Pictogramas

Tabla 14 *costos de pictogramas*

FORMAS	COSTO UNITARIO (Bs/unid)	CANTIDAD (unid)	COSTO ANUAL
Prohibición	50	12	600
Obligatoria	50	21	1050
Advertencia	50	6	300
Protección contra incendios	50	5	250
Señal de seguridad	50	2	100
Total		46	2300

Fuente: (Elaboración propia, 2024)

3.2. CONCLUSIONES

Para iniciar con éxito la elaboración del plan de emergencia, es fundamental contar con una comprensión exhaustiva de toda la información relevante, incluida la aplicación de las normativas correspondientes y la revisión de documentos relacionados con el tema.

Se ha realizado un análisis detallado de las condiciones actuales en el relleno sanitario, identificando los peligros existentes, evaluando los riesgos asociados y comprendiendo los aspectos específicos que podrían desencadenar situaciones de emergencia. Este diagnóstico proporciona una visión integral de la situación actual, sirviendo como punto de partida para el desarrollo del plan de emergencia.

Se ha seguido la normativa establecida por la NB517002 para la elaboración del plan de emergencia. Esto implica la aplicación de metodologías específicas para la identificación de peligros, la evaluación de riesgos y la elaboración de planes de acción, garantizando así que el plan de emergencia esté en línea con los estándares y mejores prácticas establecidos.

Se ha llevado a cabo un análisis detallado de los costos asociados con la implementación del plan de emergencia. Esto incluye las medidas preventivas y otros gastos relacionados. Esta determinación de costos proporciona una visión clara de la inversión requerida

3.3. RECOMENDACIONES

Se sugiere implementar un control más riguroso y frecuente en los procesos relacionados con los lixiviados, el equipo de protección personal (EPP) y la señalización. Garantizar una supervisión más detallada en estas áreas es crucial para mantener altos estándares de seguridad y prevenir posibles riesgos o incidentes.

Se recomienda prestar una atención especial y constante al trabajo con el equipo de protección personal (EPP). Dado su papel fundamental en la seguridad del personal, es crucial garantizar que el EPP se utilice adecuadamente, esté en buen estado y sea adecuado para las tareas específicas que se realizan en el relleno sanitario. Un control y seguimiento más riguroso en este aspecto contribuirá significativamente a la prevención de accidentes y lesiones laborales.

BIBLIOGRAFÍA

- Blas, J. M. (2019). *E.M.A.VI*. Obtenido de https://www.municipiovillazon.gob.bo/uploads/documento/manual-de--operaciones-del-area-de-barrido-y-limpieza_765295404096a43.pdf
- CTAIMA. (09 de febrero de 2023). *CTAIMA - Software Prevención Riesgos Laborales y Coordinación Empresarial*. Obtenido de <https://www.ctaima.com/blog/cuales-son-los-7-tipos-de-riesgos-laborales-con-ejemplos/>
- E.M.A.VI. (2018). *MANUAL DE FUNCIONES DEL RELLENO SANITARIO* . Obtenido de https://www.municipiovillazon.gob.bo/uploads/documento/manual-de-operaciones-del-relleno-sanitario_07f2ea6c0cc1d17.pdf
- E.M.A.VI. (20 de septiembre de 2023). *Gobierno Autónomo Municipal de VILLAZON - Recojo de Basura*. Obtenido de <https://www.municipiovillazon.gob.bo/municipio/recojo-de-basura/>
- ejemplos)?, ¿. s. (09 de febrebo de 2023). *CTAIMA - Software Prevención Riesgos Laborales y Coordinación Empresarial*. Obtenido de <https://www.ctaima.com/blog/cuales-son-los-7-tipos-de-riesgos-laborales-con-ejemplos/>

- Espinoza, A. C. (2020-2019). *Universidad Estatal Amazonica*. Obtenido de file:///C:/Users/HP/Desktop/IND/9NO%20SEMESTRE/M5/T.AMB.B.UEA.%20%203250.pdf
- García, A. P. (2015). *Universidad Pontificia Bolivariana*. Obtenido de file:///C:/Users/HP/Desktop/IND/9NO%20SEMESTRE/M5/documento%20(1).pdf
- IBNORCA. (2018). *Elaboración de planes de emergencia*. Obtenido de file:///C:/Users/HP/Desktop/IND/9NO%20SEMESTRE/M5/NB%20517002%20ELABORACION%20DE%20PLANES%20DE%20EMERGENCIAS.pdf
- Internacional, I. N. (marzo de 2018). *Sistema de Gestion de la Seguridad y Salud en el Trabajo SGSST*. Obtenido de file:///C:/Users/HP/Desktop/IND/9NO%20SEMESTRE/M4/ISO%2045001.pdf
- Mollo, N. (22 de abril de 2022). *Grupo de Trabajo Cambio Climático y Justicia* . Obtenido de https://ccjusticiabolivia.org/publicaciones/tierra_residuossolidos/
- Opinión*. (17 de enero de 2019). Obtenido de <https://www.opinion.com.bo/articulo/el-pais/solo-23-337-municipios-pa-iacute-s-cuentan-relleno-sanitario/20190117100500638596.html>
- Social, M. d. (2023). *Estado Plurinacional de Bolivia* . Obtenido de file:///C:/Users/HP/Desktop/IND/9NO%20SEMESTRE/ERGONOMIA/TEMA2/NTS%20009%20Programa%20de%20gestion%20de%20seguridad%20y%20salud%20en%20el%20trabajo.pdf
- Social, M. d. (2023). *Programa de Gestion Seguridad y Salud en el Trabajo PGSST*. Obtenido de file:///C:/Users/HP/Desktop/IND/9NO%20SEMESTRE/ERGONOMIA/TEMA2/NTS%20009%20Programa%20de%20gestion%20de%20seguridad%20y%20salud%20en%20el%20trabajo.pdf

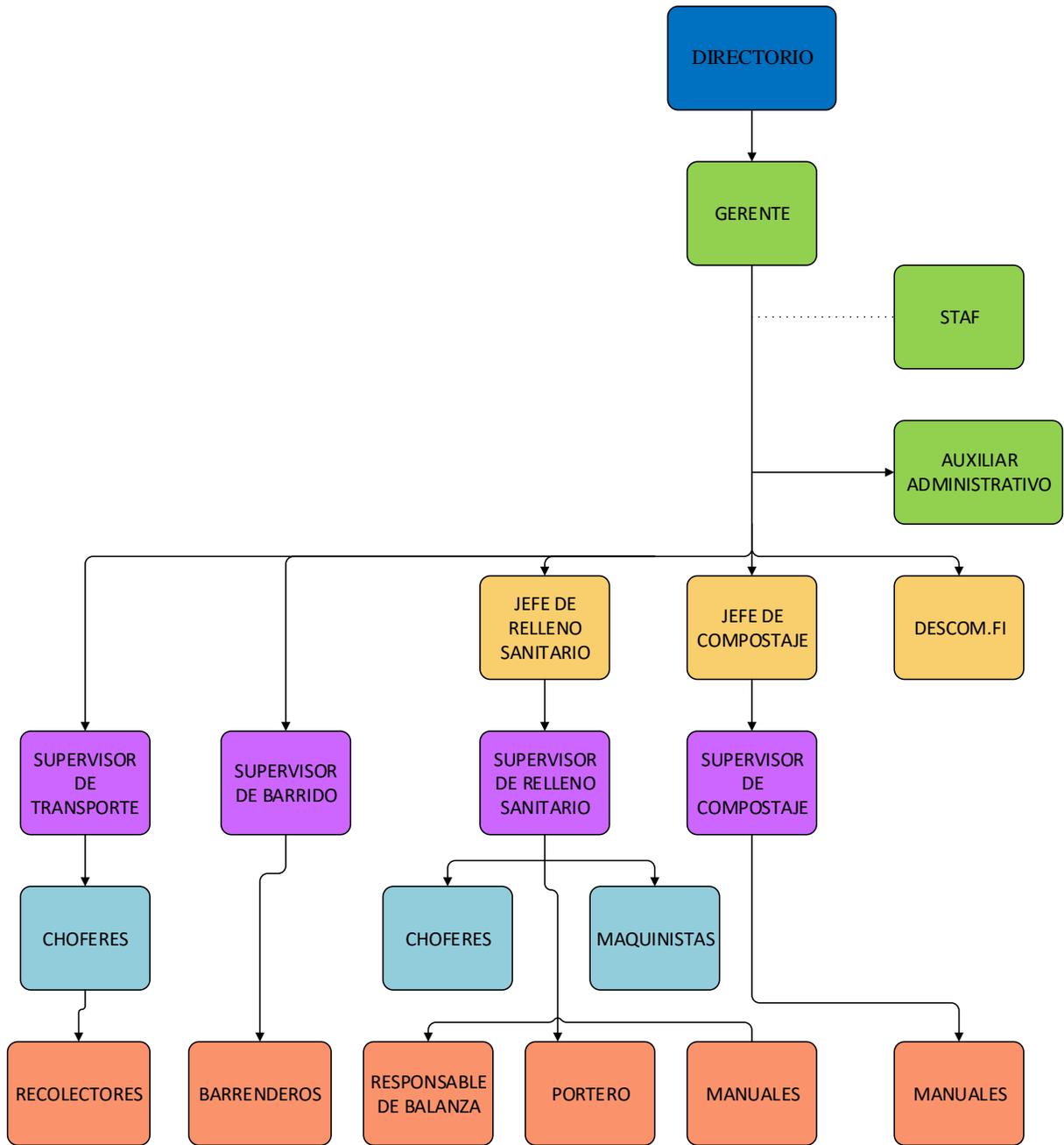
ANEXOS

Anexo 1. Ubicación del relleno sanitario



Fuente: (E.M.A.VI., Gobierno Autónomo Municipal de VILLAZON - Recojo de Basura, 2023)

Anexo 2. Organigrama de E.M.A.VI.



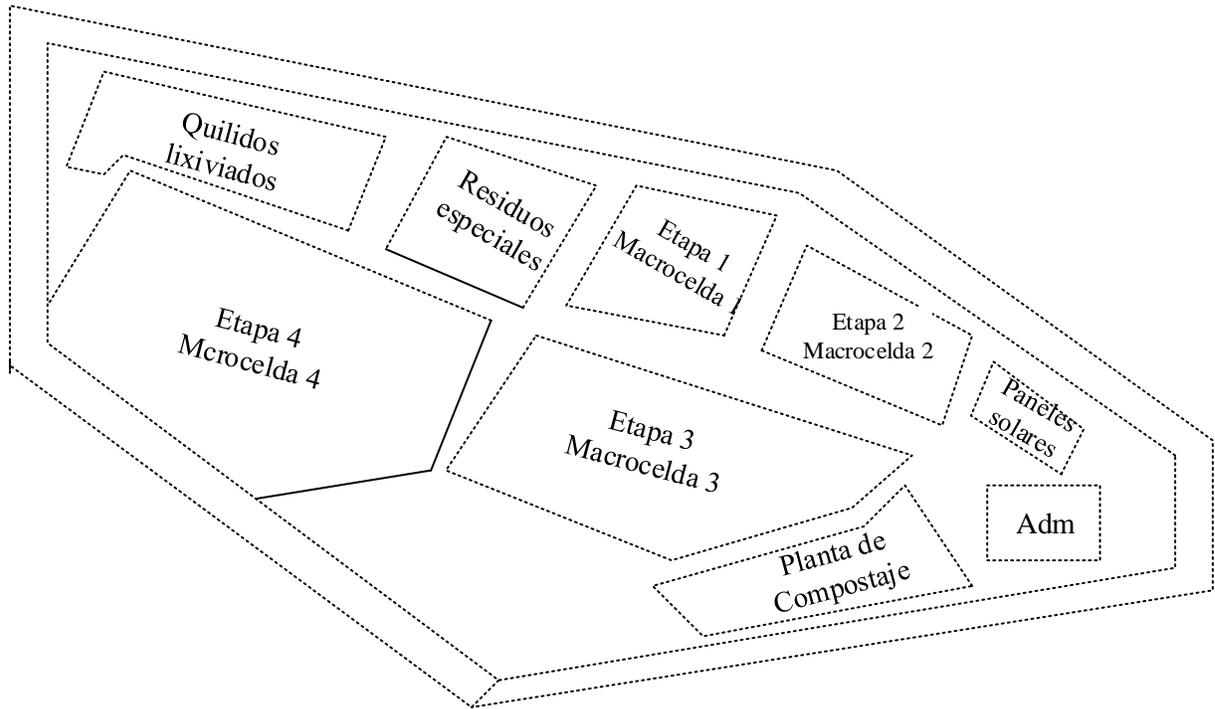
Fuente: (E.M.A.VI., Gobierno Autónomo Municipal de VILLAZON - Recojo de Basura, 2023)

Anexo 3. Plano general relleno sanitario Agua Chica



Fuente: (E.M.A.VI., Gobierno Autónomo Municipal de VILLAZON - Recojo de Basura, 2023)

Anexo 4. Layout del relleno sanitario



Fuente: (E.M.A.VI., Gobierno Autónomo Municipal de VILLAZON - Recojo de Basura, 2023)

Anexo 5. Identificación de peligros y evaluación de riesgos con matriz IPER

Proceso de pesaje del camión oruga

PELIGRO	RIESGO	TIPO	AMENZA	VULNERABILIDAD	AXV
Interacción con Vehículos atropellamiento al personal	Mecánico	ANTROPICÓ	PROBABLE	MODERADA	MEDIA
Choques o Vuelcos por material fuera de lugar	Mecánico		PROBABLE	MODERADA	MEDIA

Fuente:

Proceso de paneles solares

PELIGRO	RIESGO	TIPO	AMENZA	VULNERABILIDAD	AXV
Sobre carga de red eléctrica o cortocircuitos	Incendios	NATURAL	POSIBLE	MEDIA	MEDIA
Levantamiento de materiales por fuertes vientos	Ambiental		PROBABLE	MEDIA	MEDIA
PELIGRO	RIESGO	TIPO	PROBABILIDAD	CONSECUENCIA	PXC
Áreas no delimitadas, no señalizadas, no identificadas	Locativos	ANTRÓPICO	PROBLABLE	GRAVE	ALTA
Quemaduras por trabajos con Soldadura.	Térmico		POSIBLE	MODERADA	MEDIA
Caídas a distinto nivel por trabajos de mantenimiento en altura	Físico		PROBLABLE	MODERADA	MEDIA
Caídas al mismo nivel por elementos fijos en el suelo (cuñas, materiales)			PROBABLE	MODERADA	MEDIA

Desplome de elementos auxiliares de trabajo en mantenimiento de los paneles solares (escaleras, andamios)			POSIBLE	MODERADA	MEDIA
Cortes por uso de Herramientas manuales puntiagudas y/o cortantes.			PROBABLE	MODERADA	MEDIA
Contacto con sustancias corrosivas	Químico		POSIBLE	MODERADA	MEDIA
Contacto indirecto (Puesta a tierra insuficiente de masas metálicas, fallo de elementos de protección contra corrientes derivadas)	Eléctrico		POSIBLE	GRAVE	MEDIA

Fuente:

Proceso del depósito y compactación de residuos a la macro celda

PELIGRO	RIESGO	TIPO	AMENZA	VULNERABILIDAD	AXV
Explosiones por Escape de gas metano causado por la descomposición de los residuos orgánicos (atmósfera explosiva)	Incendios	NATURAL	POSIBLE	MEDIA	MEDIA

Almacenamiento de residuos orgánicos inflamables			POSIBLE	MEDIA	MEDIA
Presencia de Virus, microbios, bacterias	Biológico		PROBABLE	MEDIA	MEDIA
levantamiento de materia Orgánica y partículas de polvo por Vientos fuertes	Ambiental		PROBABLE	MEDIA	MEDIA
PELIGRO	RIESGO	TIPO	PROBABILIDAD	CONSECUENCIA	PXC
Áreas no delimitadas, no señalizadas, no identificadas	Locativos	ANTROPICÓ	PROBABLE	MODERADA	MEDIA
Atrapamiento por Máquinas ó equipos	Mecánico		POSIBLE	MODERADA	MEDIA
Atropellamiento chuques o vuelcos por exceso de velocidad			POSIBLE	MODERADA	MEDIA
Vibraciones continuas			PROBABLE	MODERADA	MEDIA
Posturas inadecuadas durante el manejo del camión oruga.	Ergonómico		PROBABLE	MODERADA	MEDIA
Cortes por manipulación de Objetos Punzocortantes	Físico		POSIBLE	MODERADA	MEDIA
Caídas de mismo nivel por superficies irregulares (terreno irregular, desniveles)			PROBABLE	MODERADA	MEDIA

Contacto con sustancias corrosivas (ácidos o bases)	Químico		PROBABLE	MODERADA	MEDIA
---	----------------	--	----------	----------	--------------

Fuente: (Elaboración propia, 2024)

Proceso de almacenamiento de residuos especiales

PELIGRO	RIESGO	TIPO	AMENAZA	VULNERABILIDAD	AXV
Escape de gas por almacenamiento de residuos orgánicos (atmósfera explosiva)	Incendios	NATURAL	POSIBLE	MEDIA	MEDIA
levantamiento de materia Orgánica y partículas de polvo por Vientos fuertes	Ambiental		POSIBLE	MEDIA	MEDIA
Presencia de Virus, microbios, bacterias	Biológico		PROBABLE	ALTA	ALTA
PELIGRO	RIESGO	TIPO	PROBABILIDAD	CONSECUENCIA	PXC
Cortes por manipulación de Objetos Punzocortantes.	Físico	ANTRÓPICO	PROBABLE	GRAVE	ALTA
Caidas por superficies irregulares (terreno irregular, desniveles)			PROBABLE	MODERADO	MEDIA

Cortes por manipulación de objetos superficiales punzantes (cajones con clavos expuestos)			PROBABLE	GRAVE	ALTA
Contacto con agentes de Limpieza	Químicos		POSIBLE	MODERADO	MEDIA

Fuente: (elaboración propia, 2024)

Proceso de mezclado de compostaje

PELIGRO	RIESGO	TIPO	AMENAZA	VULNERABILIDAD	AXV
Picadura de insectos	Ambiental	NATURAL	PROBABLE	ALTA	ALTA
Cambios bruscos de temperatura (estrés térmico)	Ambiental		PROBABLE	MEDIA	MEDIA
Escape de gas metano, dióxido de carbono cerca de cubos de paja (atmósfera explosiva)	Incendios		PROBABLE	ALTA	ALTA
PELIGRO	RIESGO	TIPO	PROBABILIDAD	CONSECUENCIA	PXC
Interacción con Vehículos atropellamiento al personal	Mecánico	ANTROPIC Ó	PROBABLE	MODERADA	MEDIA
Choques o Vuelcos por material fuera de lugar	Mecánico		PROBABLE	MODERADA	MEDIA
Cortes por trabajos con herramientas de corte	Físico		PROBABLE	GRAVE	MEDIA

Desplome de cubos de paja	Físico		PROBABLE	LEVE	MEDIA
Sobreesfuerzos con malas posturas al empujar o tirar de objetos	Ergonómico		PROBABLE	MODERADA	MEDIA
Contacto con Materia Orgánica	Biológico		PROBABLE	GRAVE	ALTA

Fuente: (elaboración propia, 2024)

Proceso de almacenamiento de lixiviados

PELIGRO	RIESGO	TIPO	AMENAZA	VULNERABILIDAD	AXV
Picadura de insectos	Ambiental	NATURAL	POSIBLE	MEDIA	MEDIA
Fugas de líquidos lixiviados			PROBABLE	ALTA	ALTA
levantamiento de tierra por fuertes vientos			PROBABLE	MEDIA	MEDIA
Terrenos Inestables			POSIBLE	MEDIA	MEDIA
Fugas en las tuberías de líquidos lixiviados por desgaste			PROBABLE	ALTA	ALTA
PELIGRO	RIESGO	TIPO	PROBABILIDAD	CONSECUENCIA	PXC
Contacto Indirecto en el manejo de líquidos lixiviados	Químico	ANTROPICÓ	PROBABLE	MODERADA	MEDIA
Caídas al mismo nivel por elementos fijos en el suelo (cuñas, materiales)	Físico		PROBABLE	LEVE	MEDIA
Caídas a distinto nivel por huecos (pozos,			POSIBLE	MODERADA	MEDIA

excavaciones, zanjás)					
Caídas al mismo nivel por Superficies irregulares (terreno irregular, desniveles)			PROBABLE	MODERADA	MEDIA
Contacto con sustancias (líquidos lixiviados)	Químico	ANTRÓPI CO	PROBABLE	GRAVE	ALTA
Trabajos con herramientas de corte	Físico		POSIBLE	MODERADA	MEDIA
Caídas de mismo nivel por superficies irregulares (terreno irregular, desniveles)			POSIBLE	MEDIA	MEDIA
Caídas por distinto nivel por huecos (pozos, excavaciones, zanjás)			POSIBLE	MEDIA	MEDIA

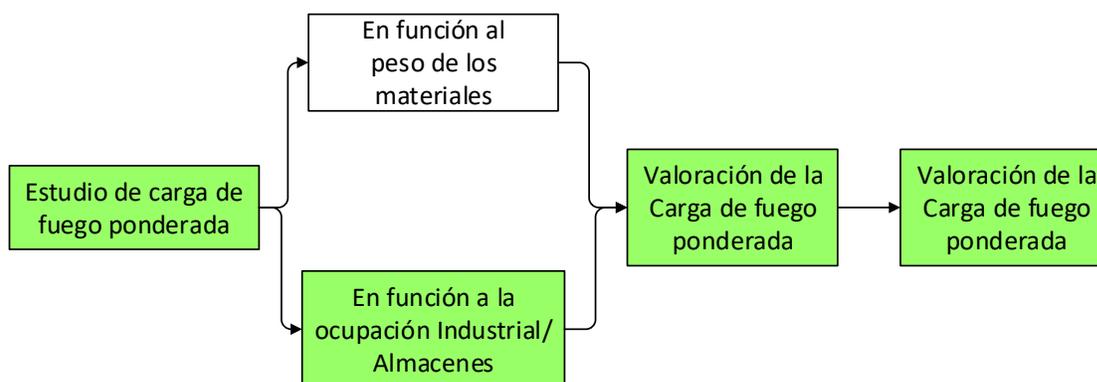
Fuente: (elaboración propia, 2024)

Anexo 6. Carga de fuego

Se realizó un estudio de carga de fuego para el proceso de **mezclado de compostaje**, ya que existe una cantidad de materia orgánica que tiene una energía suficiente para arder y liberar el calor necesario para alimentar un fuego que se mide en mega calorías por metro cuadrado (Mcal/m^2).

La carga de fuego se realizará bajo la norma NB58005 que proporciona métodos y valores estándar.

Proceso general para la determinación de carga de fuego



Para el proceso de mezclado de compostaje se aplica en función a la ocupación industrial

Método de determinación de carga de fuego por peso



Determinación del q_s (valores de carga de fuego ponderada media), R_a (riesgo de activación asociado) y C_i (Coeficiente de peligrosidad) por tipo de ocupación industrial.

Tabla D.1- Valores de carga de fuego ponderada media y riesgo de activación asociado R_a

Actividad	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	q_s		R_a	q_v		R_a
	MJ/m ²	Mcal/m ²		MJ/m ³	Mcal/m ³	
Abonos químicos	200	48	Medio	200	48	Bajo
Aceites comestibles, expedición	900	215	Medio			
Aceites comestibles	1.000	240	Alto	18.900	4.520	Alto
Aceites: mineral, vegetal y animal				18.900	4.520	Alto
Acero	40	10	Bajo			
Acetileno, llenado de botellas	700	168	Medio			
Ácido carbónico	40	10	Bajo			
Ácidos inorgánicos	80	20	Bajo			
Acumuladores	400	96	Medio	800	192	Medio
Acumuladores, expedición	800	192	Medio			
Agua oxigenada						
Agujas de acero	200	48	Medio			

R_a : Coeficiente adimensional que pondera el riesgo de activación inherente a la actividad industrial

	RIESGOS DE ACTIVACION		
	ALTO	MEDIO	BAJO
COEFICIENTE R_a	3	1.5	1

	GRADO DE PELIGROSIDAD		
	ALTA	MEDIA/MODERADA	BAJA
DESCRIPCIÓN DE LOS PRODUCTOS	<ul style="list-style-type: none"> ▮ Cualquier líquido o gas licuado a presión de vapor de 1 Kg/cm² y . ▮ Materiales Criogénicos ▮ Materiales que pueden formar mezclas explosivas en el aire. ▮ Líquidos cuyo punto de inflamación sea menor a 23°C. ▮ Materiales de combustión espontánea en su exposición al aire. ▮ Todos los sólidos capaces de inflamarse por debajo de los 100°C. 	<ul style="list-style-type: none"> ▮ Los líquidos cuyo punto de inflamación este comprendido entre los 23°C y 61 °C ▮ Los sólidos que comienzan su ignición entre los 100°C y 200°C. ▮ Los sólidos y semisólidos que emiten gases inflamables. 	<ul style="list-style-type: none"> ▮ Productos sólidos que requieren para comenzar su ignición estar sometidos a una temperatura superior a 200°C. . ▮ Líquidos con punto de inflamación superior a los 61°C.
VALOR Ci	1.6	1.2	1

ACTIVIDAD	$q_s(\text{Mcal}/\text{m}^2)$	R_a	C_i
Abonos químicos	48	Medio=1,5	1,2
Paja	96	Medio=1,5	1,2

Determinación del área de cada zona industrial: el área de estudio será del proceso de mezclado de materia orgánica y paja para la realización de compostaje (abono) que tiene las medidas de 25 metros por 26 metros con un área de 650 m^2

Cálculo de la carga de fuego industrial pondera

$$Q_p = \frac{\sum q_s * A_I * C_i}{A} * R_a$$

$$Q_p = (48 * 1,2 + 96 * 1.2) * 1.5 = 259,2(\text{Mcal}/\text{m}^2)$$

Tabla 1 - Clasificación de las edificaciones e infraestructuras en función de su nivel de riesgo intrínseco

	Niveles de riesgo intrínseco (1)							
	Bajo		Medio			Alto		
	1	2	3	4	5	6	7	8
Q_p del local en [Mcal/m ²] (2)	$Q_p \leq 100$	$100 < Q_p \leq 200$	$200 < Q_p \leq 300$	$300 < Q_p \leq 400$	$400 < Q_p \leq 800$	$800 < Q_p \leq 1600$	$1600 < Q_p \leq 3200$	$Q_p > 3200$

Nivel de riesgo intrínseco es **MEDIO 3** por que el valor obtenido de carga de fuego esta entre $200 < Q_p > 300$.

$$Q_e = \frac{\sum Q_p * A_l}{\sum A_l}$$

$$Q_p = Q_e$$

Por qué solo se trabajó en una sola área del relleno

Anexo 7. Selección de extintor

Tabla N° 2
FUEGOS CLASE A (Según NFPA 10)

Potencial extintor	Distancia (m)	Area cubierta (m ²)		
		BAJO	MEDIO	ALTO
1A	23	280		
2A	23	560	280	186
3A	23	840	420	280
4A	23	1050	560	370
6A	23	1050	840	560
10A	23	1050	1050	840
20A	23	1050	1050	1050
40A	23	1050	1050	1050

Tabla N° 1
POTENCIAL EXTINTOR (aproximado)

Extintor	Tamaño aproximado	Potencial extintor A	Potencial extintor B
PQS (cargado con Fosfato de Amonio al 95%)	10 Lb.	4A	60 BC
PQS (cargado con Fosfato de Amonio al 95%)	20 Lb.	10A	80BC
PQS (cargado con Fosfato de Amonio al 95%)	50 Kg	50A	320BC
CO2	10 Lb.		10BC
CO2	15 Lb.		15BC
CO2	20 Lb.		20BC
Agua	6 litros	1A	
Agua	9.5 litros	2A	

tamaño de 10 libras con un potencial del extintor de A4 con un área cubierta de 560 m²

Cálculo del número de extintores

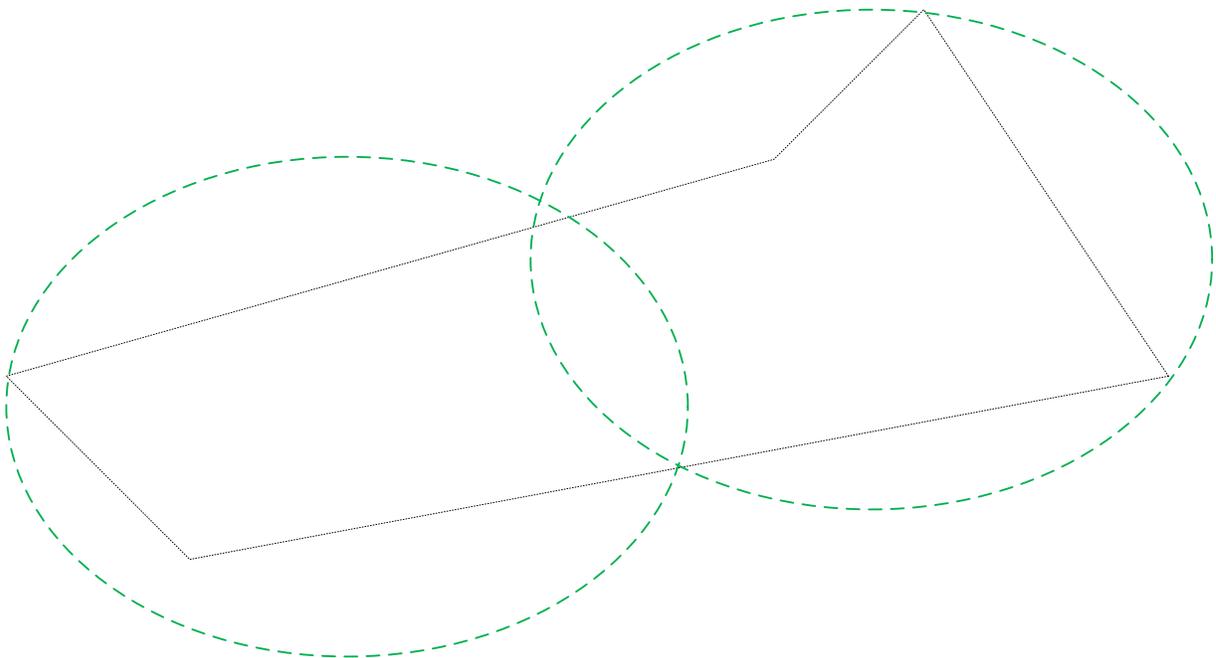
$$N^{\text{a}} \text{ Extintores} = \frac{A(\text{requerido})}{A(\text{maximo posible})}$$

$$N^{\text{a}} \text{ Extintores} = \frac{650 \text{ m}^2}{560 \text{ m}^2} = 1,16 = 2$$

Se requiere dos extintores de las características de tipo ABC presurizado con manómetro, la distancia de accesibilidad de este deberá ser menor a los 23 metros.



La colocación de los extintores será de a una altura de 1,5 metros del suelo bajo la norma NB 55001 que nos habla sobre la colocación de extintores.



**Anexo 8. NTS014/23 ROPA DE TRABAJO Y EQUIPO DE PROTECCION
PERSONAL**

ARTICULO 10 (Equipo de protección personal)

El EPP debe contar con certificación nacional de producto o en ausencia de esta, alguna certificación internacional reconocida; para describir los diferentes equipos se utilizará la siguiente clasificación:

- a) Protección del cráneo
- b) Protección para ojos y cara
- c) Protección del oído
- d) Protección de vías respiratorias
- e) Protección de manos y brazos
- f) Protección de pies y piernas
- g) Ropa de protección

Pesaje del camión compactador

EPP en el proceso de pesaje del camión compactador

PROTECCION	IMAGEN	MODELO	PRECIO
Del cráneo		Casco amarillo 3M H-702R	160
Vías respiratorias		Respirador desechable tipo copa 3M 8822	7
De manos y brazos		Guante antideslizante SKU 0803	60

De pies y piernas		Botas punta de acero 272 PU	280
De protección		Ropa reflectante resistente eléctrico	160

Fuente: (Elaboración propia, 2024)

Paneles solares

EPP en el proceso de paneles solares

PROTECCION	IMAGEN	MODELO	PRECIO
Del cráneo		Casco Clase E Serie H-700	120
Para ojos y cara		Plantilla dieléctrica	80
Para el oído		Orejeras Optime 98 dBA	150

Para manos y brazos		Guantes de fibra Endura 378GKGVB Contra impactos nivel 2.	60
Para pies y piernas		Botas dieléctrico CAT-WR23	280
Ropa de protección		Ropa reflectante resistente eléctrico	160

Fuente: (Elaboración propia, 2024)

Depósito y compactación de residuos en la macro celda

EPP en el proceso de depósito y compactación de residuos en la macro celda

PROTECCION	IMAGEN	MODELO	PRECIO
Para el cráneo		Casco amarillo 3M H-702R	160
Para ojos y cara		Mascarilla de cara Desechable	7

Del oído		Orejeras Optime 98 dBA	150
De vías respiratorias		Respirador desechable tipo copa 3M 8822	7
Para manos y brazos		Guante antideslizante SKU 0803	60
Para pies y piernas		Botas punta de acero 272 PU	280
Ropa de protección		Ropa reflectante resistente eléctrico	160

Fuente: (Elaboración propia, 2024)

Almacenamiento de residuos especiales y lixiviados

EPP en el proceso de almacenamiento de residuos especiales y lixiviados

PROTECCION	IMAGEN	MODELO	PRECIO
Del cráneo		Gorros desechables (cofia)	30 caja

Para ojos y cara		Mascarilla de cara Desechable	7
De vías respiratorias		Respirador desechable tipo copa 3M 8822	7
De manos y brazos		Guantes de nitrilo	50 caja
De pies y piernas		Botas de goma punta de acero SSH092SB	100
Ropa de protección		Traje impermeable	100

Fuente: (Elaboración propia, 2024)

Mezclado de compostaje

EPP para el proceso de mezclado de compostaje

PROTECCION	IMAGEN	MODELO	PRECIO
Del cráneo		Gorros desechables	30 caja

Para ojos y cara		Lentes con canal de ventilación extra anti empañó	60
De vías respiratorias		Respirador desechable tipo copa 3M 8822	7
De manos y brazos		Guantes de fibra Endura 378GKGVB Contra impactos nivel 2.	60
De pies y piernas		Botas de goma punta de acero SSH092SB	100
Ropa de protección		Traje impermeable	100

Fuente: (Elaboración propia, 2024)

Anexo 9. RM/849/14 NORMA DE SEÑALIZACION DE SEGURIDAD, SALUD EN EL TRABAJO Y DE DEFENZA CIVIL

Pesaje de camión compactador

Pictogramas para el proceso de pesaje de camión compactador

SIGNIFICADO	FORMAS GEOMETRICAS	TEXTO	TAMAÑO
Prohibición	 <p>PROHIBIDO DEPOSITAR OBJETOS MANTENER LIBRE EL PASO</p>	Prohibido depositar objetos mantener libre el paso	A3
	 <p>PROHIBIDO EL PASO DE PEATONES</p>	Prohibido de peatones	A3
Acción obligatoria	 <p>OBLIGACION DE USAR BOTAS DE SEGURIDAD</p>	Obligación de usar botas de seguridad	A3
	 <p>OBLIGACION DE USAR ROPA DE TRABAJO</p>	Obligación de usar ropa de trabajo	A3

		Obligación de parquear en el área	A3
Advertencia		Peligro de ser aplastado	A3

Fuente: (Elaboración propia, 2024)

Paneles solares

Pictogramas para el proceso de paneles solares

SIGNIFICADO	FORMAS GEOMETRICAS	TEXTO	TAMAÑO
Prohibición		Prohibido tirar del cable	A3
		Prohibido tocar riesgo de descarga	A3

	 <p>PROHIBIDO CONECTAR SIN AUTORIZACIÓN</p>	Prohibido conectar sin autorización	A3
Acción obligatoria	 <p>OBLIGACION DE USAR BOTAS DE SEGURIDAD DIELECTRICAS</p>	Obligación de usar botas de seguridad dieléctricas	A3
	 <p>OBLIGACION DE USAR GUANTES DE SEGURIDAD DIELECTRICOS</p>	Obligación de usar guantes de seguridad dieléctricos	A3
	 <p>OBLIGACION DE USAR ROPA DE TRABAJO</p>	Obligación de usar ropa de trabajo	A3
Advertencia	 <p>PELIGRO ELÉCTRICO</p>	Peligro eléctrico	A3

Protección contra incendios	 PANEL ELECTRICO PARA CIERRE DE ENERGIA	Panel eléctrico para cierre de energía	A3
	 ALARMA CONTRA INCENDIOS	Alarma contra incendios	A3

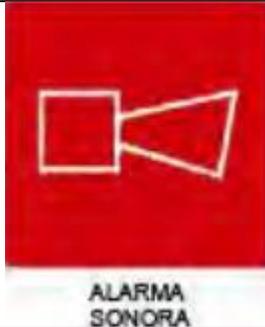
Fuente: (Elaboración propia, 2024)

Depósito y compactación de residuos en la macro celda

pictogramas para el proceso de desposito y compactación de residuos en la macro celda

SIGNIFICADO	FORMAS GEOMETRICAS	TEXTO	TAMAÑO
Prohibición	 PROHIBIDO ENCENDER FUEGO	Prohibido encender fuego	A3
	 PROHIBIDO COMER O BEBER EN ESTA AREA	Prohibido comer y beber en esta área	A3

	 <p>PROHIBIDO EL PASO PARA PERSONAL NO AUTORIZADO</p>	Prohibido el paso para personal no autorizado	A3
Acción obligatoria	 <p>OBLIGACIÓN DE USAR BOTAS DE SEGURIDAD</p>	Obligación de usar botas de seguridad	A3
	 <p>OBLIGACIÓN DE USAR GUANTES DE SEGURIDAD</p>	Obligación de usar guantes de seguridad	A3
	 <p>OBLIGACIÓN DE USAR PROTECTOR RESPIRATORIO</p>	Obligación de usar protección respiratorio	A3
Advertencia	 <p>PELIGRO SUSTANCIAS O MATERIAS INFLAMABLES</p>	Peligro sustancias o materiales inflamables	A3

		Peligro proyección de partículas	A3
Protección contra incendios		Alarma sonora	A3

Fuente: (Elaboración propia, 2024)

Almacenamiento de residuos especiales y lixiviados

Pictograma para el proceso de almacenamiento de residuos especiales y lixiviados

SIGNIFICADO	FORMAS GEOMETRICAS	TEXTO	TAMAÑO
Prohibición		Prohibido el paso para personal no autorizado	A3
		Prohibido comer y beber en esta área	A3

Acción obligatoria	 <p>OBLIGACIÓN DE USAR COFIA</p>	Obligación de usar cofia	A3
	 <p>OBLIGACIÓN DE USAR GUANTES QUIRÚRGICOS</p>	Obligación de usar guantes quirúrgicos	A3
	 <p>OBLIGACIÓN DE USAR BOTAS DE SEGURIDAD</p>	Obligación de usar botas de seguridad	A3
	 <p>OBLIGACIÓN DE USAR ROPA DE TRABAJO</p>	Obligación de usar ropa de trabajo	A3
	 <p>OBLIGACIÓN DE USAR PROTECTOR FACIAL</p>	Obligación de usar protector facial	A3

		Obligación de usar barbijo	A3
advertencia		Peligro biológico	A3
Señales de seguridad		Kit para derrames	A3
		Arena	A3

Fuente: (Elaboración propia, 2024)

Mezcla de compostaje

Pictogramas para el proceso de mezcla de compostaje

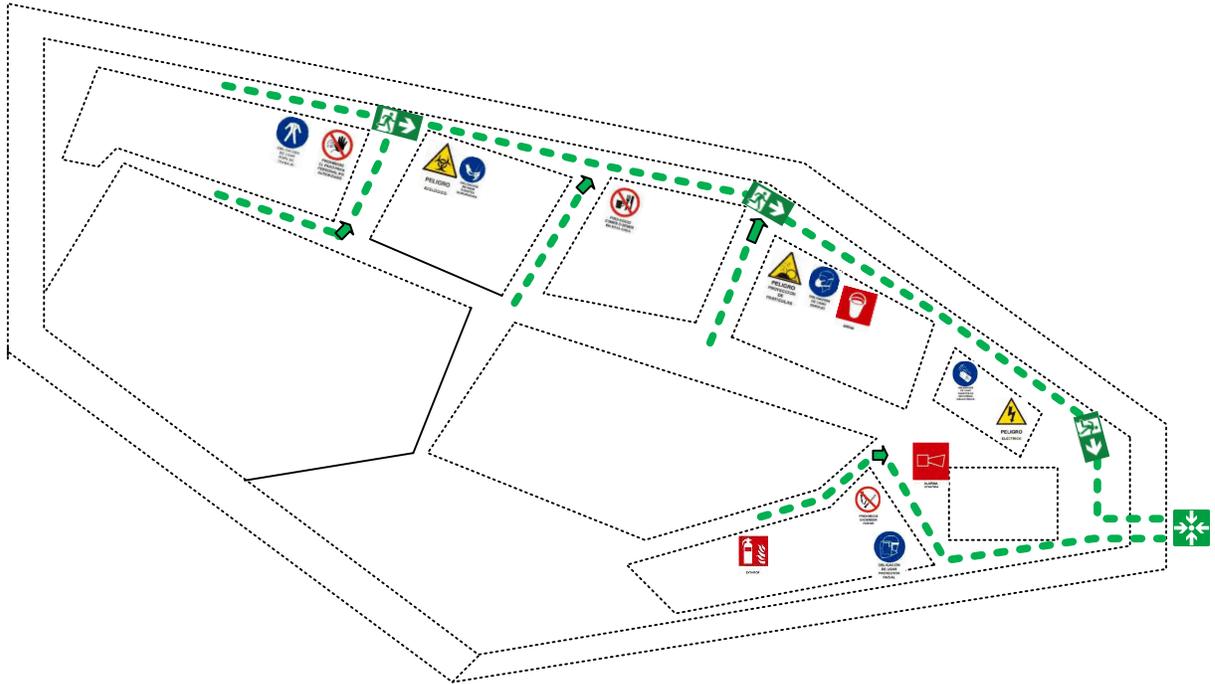
SIGNIFICADO	FORMAS GEOMETRICAS	TEXTO	TAMAÑO
Prohibición		Prohibido encender fuego	A4

	 <p>PROHIBIDO USAR HERRAMIENTAS DEFECTUOSAS</p>	Prohibido usar herramientas defectuosas	A4
Acción de obligación	 <p>OBLIGACIÓN DE USAR BOTAS DE SEGURIDAD</p>	Obligación de usar botas de seguridad	A4
	 <p>OBLIGACIÓN DE USAR PROTECTOR FACIAL</p>	Obligación de usar protector facial	A4
	 <p>OBLIGACIÓN DE USAR ROPA DE TRABAJO</p>	Obligación de usar ropa de trabajo	A4
	 <p>OBLIGACIÓN DE USAR COFIA</p>	Obligación de usar cofia	A4
	 <p>OBLIGACIÓN DE USAR BARBIJO</p>	Obligación de usar barbijo	A4

		Obligación de lavarse las manos	A4
Advertencia		Peligro proyección de partículas	A4
Contra incendios		Alarma contra incendios	A4
		Arena	A4

Fuente: (Elaboración propia, 2024)

Anexo 10. Rutas de evacuación



Anexo 11. Primeros auxilios



¿Dónde se debe de colocar?
 En un lugar con temperatura y humedad poco elevada y que reciba poca luz.

¿Qué contiene el botiquín?

Medicamento	Material sanitario
Alcohol.	Algodón hidrófilo.
Agua oxigenada.	Compresas de gasa (estéril).
Analgésicos y antitérmicos.	Vendas de gasa (de diferentes tamaños).
Laxantes.	Venda elástica.
Antidiarreicos.	Espadrapos (tela, papel e hipos alergénico).
Antiácidos.	Tiritas cicatrizantes.
Antialérgicos.	Tijeras de punta redonda.
Antitusígenos.	Pinzas.
Mucolíticos y expectorantes.	Termómetro.
Solución antiséptica (Tintura de yodo/povidona yodada).	Apósitos.
Cicatrizantes.	

Listado de números telefónicos de emergencia